

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA PARA A PRODUÇÃO DE GIRASSOL  
ORNAMENTAL**

**MARIANA LAYS ANDRADE OLIVEIRA**

**CRUZ DAS ALMAS - BA**

**MARÇO DE 2015**

**USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA PARA A PRODUÇÃO DE GIRASSOL  
ORNAMENTAL**

**MARIANA LAYS ANDRADE OLIVEIRA**

Engenheira Agrônoma

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - 2012

Dissertação submetida ao colegiado de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agrícola, Área de concentração: Agricultura Irrigada e Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

Coorientadora: Dra. Greice Ximena Santos Oliveira

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
MESTRADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
CRUZ DAS ALMAS - BA - 2015

## FICHA CATALOGRÁFICA

O48u

Oliveira, Mariana Lays Andrade.

Uso de água residuária para produção de girassol ornamental / Mariana Lays Andrade Oliveira. \_ Cruz das Almas, BA, 2015.

65f.; il.

Orientador: Vital Pedro da Silva Paz.

Coorientadora: Greice Ximena Santos Oliveira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Girassol – Cultivo. 2.Girassol – Plantas ornamentais. 3.Águas residuais – Reutilização. 4.Irrigação – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 635.953

## DECLARAÇÃO

Eu, Mariana Lays Andrade Oliveira, declaro para os devidos fins que sou única responsável por toda e qualquer informação, citação, revisão e análises apresentadas no meu Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado no PPGEA, ao tempo que isento o Programa de quaisquer responsabilidades decorrentes de eventual má fé acadêmica e profissional, incluindo falta de ética, plágio e manipulação não autorizada de dados. Declaro-me ainda sujeito à impugnação de meu título pelo PPGEA caso verificada, a qualquer tempo, falta de decoro acadêmico.

---

Assinatura

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE**  
**MARIANA LAYS ANDRADE OLIVIERA**

---

Orientador - Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

---

Membro da instituição - Dra. Karoline Santos Gonçalves  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

---

Membro externo - Profa. Dra. Ligia Borges Marinho  
Universidade do Estado da Bahia - UNEB

Ao meu Deus, aquele que me acolhe, protege e me guia diante de todas as dificuldades.

**OFEREÇO**

Aos meus pais, Uilson Gama Oliveira e Maria José Andrade Oliveira.

**DEDICO**

*“E ainda que tivesse o dom de profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e ainda que tivesse toda fé, de maneira tal que transportasse os montes, e não tivesse amor, nada seria”.*

(I Coríntios 13:2)

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por todas as bênçãos concedidas em minha vida;

Aos meus pais por sempre acreditarem em mim, por me oferecer o bem mais valioso que existe (A educação) e por serem o melhor exemplo que tenho em minha vida;

Ao namorado Antonio Neto, pelo companheirismo, pela paciência, por sempre está presente mesmo nos momentos difíceis e por tornar minha vida ainda mais feliz;

Ao Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz pelas orientações e ensinamentos e por acreditar na minha capacidade;

À Dra. Greice Ximena Santos Oliveira por todas as colaborações em meus trabalhos, por todos os ensinamentos e principalmente pela amizade;

Aos Profs. Drs. Hans Raj Gheyi, Aureo Silva de Oliveira e Manuel Teixeira por todas as valiosas sugestões e contribuições;

Ao amigo Edilson Bastos (Boi), por todo auxílio prestado para que este trabalho fosse realizado;

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade da realização deste curso;

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pelos ensinamentos;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pela concessão do auxílio dissertação;

Aos amigos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, em especial à Denize, Marina, Tatyana, Lenilson e Diego por todo o apoio durante esses dois anos juntos, sendo sempre; “Um por todos e todos por um!”;

Às amigas e companheiras de hoje e sempre Mayana, Jamynne, Isabella, Luana, Sirlana e Solange, por todos os momentos que passamos juntas, por todo apoio e principalmente pela amizade;

Enfim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que esta conquista fosse alcançada.

***Muito Obrigada!***

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>RESUMO</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1</b>	
<b>USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NO DESENVOLVIMENTO DE DUAS CULTIVARES DE GIRASSOL ORNAMENTAL .....</b>	<b>9</b>
<b>Capítulo 2</b>	
<b>PRODUÇÃO DE GIRASSOL ANÃO DE JARDIM IRRIGADO COM DIFERENTES LÂMINAS E ÁGUA RESIDUÁRIA .....</b>	<b>32</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>65</b>

# **USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA PARA A PRODUÇÃO DE GIRASSOL ORNAMENTAL**

**Autora:** Mariana Lays Andrade Oliveira

**Orientador:** Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

**Coorientadora:** Profa. Dra. Greice Ximena Santos Oliveira

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar as respostas das variedades de girassol ornamental irrigadas com água residuária e de abastecimento, cultivadas em casa de vegetação. Foram desenvolvidos experimentos na área experimental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Cruz das Almas- BA. No primeiro experimento os tratamentos foram cinco níveis de água residuária (0, 25, 50, 75 e 100%), misturadas com a água de abastecimento local e duas cultivares de girassol ornamental (Anão de jardim e Sol Noturno), com 6 repetições totalizando 30 unidades experimentais para cada cultivar. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e foram avaliadas as variáveis: altura de plantas (AP), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), massa fresca e seca de parte aérea (MFPA e MSPA) e diâmetro interno e externo do capítulo (DI e DE). No segundo experimento além dos 5 níveis de água residuária, foram estudadas 4 porcentagens da lâmina de evaporação do tanque Classe A (70, 90, 110 e 130%), formando um esquema fatorial 5x4 com 4 repetições, totalizando 80 unidades experimentais. Neste caso as variáveis analisadas foram: AP, NF, DC, MFPA, MSPA, dias para o aparecimento de botões florais (EBF), período de floração (IF), abertura total dos capítulos (ATC), DI, DE e a massa fresca e seca dos capítulos (MFC e MSC), além do consumo hídrico das plantas. Para o primeiro experimento não houve diferenças estatísticas em nenhuma das variáveis analisadas. No segundo, com exceção da AP, as demais variáveis estudadas foram influenciadas pelas lâminas ou pelas concentrações de água residuária, porém, não houve diferenças significativas para as interações. A lâmina de 110% da ECA apresentou médias superiores em relação as demais lâminas, principalmente aos 35 DAD e ao final do ciclo.

**Palavras-Chave:** Irrigação, reúso, *Helianthus annuus L.*

## WASTEWATER USE IN ORNAMENTAL SUNFLOWER PRODUCTION

**Author:** Mariana Lays Andrade Oliveira

**Advisor:** Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

**Co-advisor:** Profa. Dra. Greice Ximena Santos Oliveira

**ABSTRACT:** This study aimed to determine the responses of ornamental sunflower varieties irrigated with different percentages of wastewater and tap water, cultivated in greenhouse. Two experiments were carried out at the Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB), on the campus of Cruz das Almas - BA, Brazil, in the experimental area of the Agricultural Engineering Graduate Program (PPGEA). In the first one, treatments consisted of five wastewater levels (0, 25, 50, 75 and 100%), mixed with tap water from the local water supply, and two ornamental sunflower cultivars (Sunspot dwarf and Evening sun), with six replicates, totaling 30 experimental unities for each cultivar. The experiment was set in a completely randomized design. The following growth variables were evaluated: plant height (PH), number of leaves (NL) stem diameter (SD) and shoot fresh and dry matter (SFM and SDM). In addition, the following production variables: capitula internal and external diameters (ID and ED). In the second experiment, besides the same 5 wastewater levels used in the first one, it was studied 4 percentages of evaporation of a Class A tank (60, 90, 120 and 150%), forming a 5x4 factorial scheme with four replicates, totaling 80 experimental unities. The analyzed variables were PH, NL, SD, SFM, SDM, days for flower buds appearance (FBA), flowering period (FP), total opening of capitula (TOC), ID, ED and the capitula fresh and dry matter (CFM and CDM), besides plant water consumption. For the first experiment, there was no statistical difference for any of the analyzed variables. For the second one, except for PH, the other studied variables were influenced by either evaporation depths or wastewater levels. However, there was no significant difference for the interactions, for any of the studied variables. The blade of 110% ECA showed higher means compared with other blades, especially during the 35 DAD and end of cycle.

**Keywords:** Irrigation, reuse, *Helianthus annuus L*

## INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus L.*) pertence à ordem Asterales, família Asteracea, subfamília Asteroideae e tribo Heliantheae (JULY, 2002). É uma planta originária da América do Norte, provavelmente do Sudoeste dos Estados Unidos e Norte do México (ROSSI, 1998). É uma dicotiledônea anual, possui um sistema radicular pivotante e bastante ramificado, com haste geralmente única e uma inflorescência no ápice (UNGARO, 2000). A inflorescência chamada capítulo, é composta por flores sésses, condensadas em receptáculo comum, discóide e rodeada por um involúcro de brácteas (MODESTO; SIQUEIRA, 1981).

De acordo com Nobre et al. (2008) aproveita-se do girassol todas as suas partes e, dentre os seus usos, estão a produção de forragem alternativa, planta melífera, produção de óleo para alimentação humana e biocombustíveis, além do seu potencial como planta ornamental (CORRÊA et al., 2008; MORGADO et al., 2002; NEVES et al., 2005; NOBRE et al., 2010). O potencial ornamental é devido a seu ciclo curto, pela facilidade de propagação e, principalmente, pela inflorescência ser atrativa e bastante procurada para ornamentação em vasos e confecção de arranjos florais; visto que não solta pólen, pois não suja o ambiente e tem durabilidade pós-colheita entre sete e dez dias (ANEFALOS; GUILHOTO, 2003).

A Embrapa Soja, no período de 1996, observando que a cultura do girassol possuía um potencial de mercado na área de plantas ornamentais, desenvolveu uma linha de pesquisa especialmente dedicada ao desenvolvimento de girassol ornamental e em meados de 2001 a empresa lançou no mercado nove novas cores de flores de girassol (OLIVEIRA; CASTIGLIONI, 2003).

Os girassóis ornamentais coloridos eram adaptados apenas para as regiões da Europa e Estados Unidos. Porém, a Embrapa através de pesquisas adaptou as cultivares as condições do Brasil (EMBRAPA, 2007).

De acordo com Cruz (2007), o desenvolvimento de variedades com tamanho reduzido, os mini-girassóis (*Helianthus annuus nanus L.*), permitiram que esta planta passasse a figurar em arranjos e decorações, e seu formato exótico e o tom amarelo-

alaranjado intenso acrescentam vida e dinamismo aos ambientes. No jardim, os girassóis brilham majestosamente, exibindo sua intrigante rotação, sempre voltada para o sol.

Atualmente o girassol ornamental pode ser cultivado em qualquer região do País, apresentando-se como alternativa para o setor da floricultura, por se tratar de uma cultura sem grandes dificuldades de manejo. Além de a cultura ter uma ampla adaptabilidade climática, alta tolerância à seca, ao frio e ao calor, tornando-se pouco influenciada pela latitude, altitude e pelo fotoperíodo (ZOBIOLE et al., 2010).

Mundialmente, os países que mais se destacam em relação a área de produção de plantas ornamentais são os Estados Unidos, Japão e Holanda, pois estes controlam aproximadamente 50% do valor da produção mundial e 20% da área de produção (OLIVEIRA; BRAINER, 2007). A Holanda destaca-se como o principal importador de flores, seguida do Reino Unido e da Alemanha, e mostra-se também como a maior exportadora de flores acompanhada da Alemanha e Itália (VENCATO, 2006).

No ano de 2014, o cultivo nacional de plantas ornamentais atingiu a área total de aproximadamente 13770 ha, dividida entre cultivos em ambientes protegidos e ao ar livre. A maior produção foi a de plantas para jardins, arbustos e árvores, com cerca de 12770 há; em segundo lugar ficaram as plantas em vasos e mudas com 810 ha e por último as flores de corte com 190 ha (IBRAFLOR, 2014).

Segundo o Instituto Brasileiro de Floricultura - IBRAFLOR (2013), investir no cultivo de plantas ornamentais é uma alternativa bastante rentável. O setor de floricultura movimenta, anualmente, cerca de R\$ 4,5 bilhões, a nível de consumidor. Atualmente os produtores vêm investindo em qualidade, e o setor ganha importância na economia nacional. O agronegócio de flores e plantas ornamentais ramificou-se pelo país e conquista mercados no exterior. Além disso, o setor de venda de flores pela internet também não para de crescer, movimentando no Brasil, em 2013, cerca de R\$ 40 milhões. Apenas dez empresas, que investiram em tecnologia e logística para conquistar a confiança do cliente, dominam 90% do mercado.

Situado próximo ao Equador, o Nordeste brasileiro possui clima quente e intensa luminosidade, mas apesar da predominância de clima semiárido, dispõe de regiões com condições que possibilitam o cultivo de numerosas espécies ornamentais, tanto em campo aberto como sob proteção de casa de vegetação, viveiros ou estufas. A produção de flores e plantas ornamentais no Nordeste se concentra principalmente nos Estados de Pernambuco, Bahia, Ceará e Alagoas, ocupando áreas mais privilegiadas em termos climáticos e de

oferta de água, com possibilidade de expansão, podendo representar uma alternativa econômica de maior expressão (OLIVEIRA; BRAINER, 2006).

A floricultura está inserida no agronegócio por apresentar vantagens tais como, maior rentabilidade por área cultivada, retorno mais rápido dos investimentos aplicados e capacidade de geração de empregos, pode ser vista como uma alternativa atrativa ao agricultor brasileiro (GONDIM, 2008). A prática da irrigação é, muitas vezes, a única possibilidade de garantir a produção agrícola, especialmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como o semiárido do Nordeste brasileiro (SANTOS, 2006).

Na região semiárida o acesso à água para fins produtivos, sempre esteve vinculado à propriedade da terra, a demanda da população de baixa renda manteve-se, ao longo dos anos, circunscrita ao atendimento de água para consumo humano, quer seja nos períodos de seca, através de carros pipa e perfuração de poços ou, de forma mais permanente, com a construção de pequenas barragens, adutoras e cisternas. (GARJULLI, 2003).

Cerca de 262 milhões de pessoas já enfrentam a escassez de água no mundo. Em 30 anos a população mundial atingirá cerca de 8 bilhões de indivíduos, destes estima-se que 3 bilhões sofrerão com a escassez de água. Devido ao crescimento populacional a demanda hídrica será ainda maior, e será necessário aumentar a produção de alimentos e energia (TOSETTO, 2005; SABESP, 2008).

A agricultura irrigada é o principal uso consuntivo de água no Brasil e, por isso, requerer maior atenção dos órgãos gestores, visando o uso racional, resultando no aumento da produção de alimentos e reduzindo os preços destes no mercado. A irrigação é, especialmente nas regiões onde o déficit hídrico é significativo, um fator essencial para a produção agrícola (ANA, 2012).

Os dados publicados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2013) revelaram que o consumo médio de água no país no ano de 2011 foi de 162,6 litros por habitante ao dia e do volume de esgoto gerado nas 100 maiores cidades brasileiras, destes 36,28% foi tratado, implicando em bilhões de litros de esgoto lançados diariamente nas fontes hídricas do Brasil sem nenhum tratamento, causando degradação da água e colocando em risco o abastecimento de água da população.

Segundo o IBGE (2010), a contaminação de rios por efluentes domésticos e industriais e resíduos sólidos encarece o tratamento de água para abastecimento público e começa a gerar situações de escassez de disponibilidade de água de qualidade em áreas com abundante disponibilidade dos recursos hídricos.

Buscando uma solução para o problema da escassez da água, a utilização das águas residuárias está se tornando uma importante ferramenta no gerenciamento dos recursos hídricos e de políticas ambientais, porém no Brasil, de acordo com Fonseca (2001) e Tosetto (2005), a prática ainda é bastante insipiente e pouco pesquisada, há pouca experiência em reúso planejado e institucionalizado, em particular com relação aos efluentes de esgoto tratado.

O uso de fontes alternativas ou águas de qualidade inferior (salinas ou residuárias) tem despertado o interesse nas sociedades frente ao acelerado crescimento populacional e aumento da demanda hídrica para satisfazer as necessidades de consumo das famílias e dos demais setores da economia (NEVES, 2012).

O termo reúso refere-se ao processo de reutilização de efluentes tratados para fins menos exigentes do ponto de vista físico-químico e microbiológico (VON PINHO et al., 2008). Medeiros et al. (2007) enfatizam que utilização de água residuária de forma planejada é uma estratégia eficaz para a conservação dos recursos naturais nos aspectos qualitativos e quantitativos já que reduziria a captação dos recursos hídricos primários, promovendo uma menor geração de efluentes, além de reduzir uma fonte potencial de contaminação de águas subterrâneas ou superficiais além de manter a sua qualidade para outros fins.

Feigin et al. (1991) consideraram a irrigação de culturas o método mais acessível para a deposição da água residuária no solo, e para Darwish et al. (1999) é o mais eficiente.

Segundo Monte e Albuquerque (2010), em Portugal o uso de esgoto doméstico na agricultura tem sido a principal aplicação do reúso, sendo que os principais projetos de reúso agrícola em pomares e vinhedo estão no sul do país, utilizando os efluentes de tratamento terciário proveniente das estações localizada próxima a Lisboa.

A maior área irrigada com esgoto no mundo é, provavelmente, a situada no Vale de Mesquital, no México, onde são irrigados 85.000 ha com uma vazão de 34m/s, equivalente a cerca de 75% do esgoto gerado na Cidade do México; o esgoto aplicado é uma mistura de efluentes domésticos e industriais com água pluvial. Estima-se que cerca de 450 mil pessoas tiram seu sustento desta irrigação (HESPANHOL, 2008).

No Brasil a prática do reúso de esgotos, principalmente para a irrigação de hortaliças e de algumas culturas forrageiras é, de certa forma, difundida. Entretanto, constitui-se procedimento não institucionalizado e tem se desenvolvido, até agora, sem qualquer forma de planejamento ou controle. Na maioria das vezes é totalmente inconsciente, por parte do usuário que utiliza águas altamente poluídas de córregos e rios

adjacentes para irrigação de hortaliças e outros vegetais, ignorando que esteja exercendo uma prática danosa à saúde pública dos consumidores e provocando impactos ambientais negativos (FERNANDES, 2006).

Apesar das vantagens reconhecidas do reúso, a proteção da saúde humana e do meio ambiente contra os riscos associados a essa prática são de grande relevância. O reúso não planejado leva a doenças entéricas e infecções por parasitas que inviabilizam a atividade. Para que seja uma alternativa possível, a prática do reúso agrícola de água deve contemplar critérios que garantam a segurança alimentar e a viabilidade econômica. (MARA et al., 2010).

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente aprovou, em 2006, a resolução nº 375, que define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto sanitário e seus produtos derivados, definindo limites para substâncias potencialmente tóxicas e critérios para a liberação do resíduo (CONAMA, 2006).

No estado da Bahia a Resolução Estadual nº 75, de 29 de julho de 2010 estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reúso direto da água não potável na atividade agrícola e/ou florestal, adotando as recomendações da Organização Mundial de Saúde - OMS de características microbiológicas para a água de reúso (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2011).

Segundo Neves (2012), é importante ressaltar que para obter uma produção agrícola com colheitas rentáveis e sem degradação do solo, a utilização de fontes de água de qualidade inferior (salinas ou residuárias), principalmente na agricultura irrigada, depende de estratégias de manejo a longo prazo, que assegurem a sustentabilidade socioeconômica e ambiental dos sistemas agrícolas.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de cultivares de girassol ornamental, irrigado com combinações de água residuária e de abastecimento, bem como a interação destas águas com diferentes lâminas de irrigação.

## REFERÊNCIAS

Agencia Nacional de Águas (ANA), **Conjuntura dos recursos hídricos do Brasil**, 2012, Ed. Especial Rio+20, Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, p.52-70.

ANEFALOS, L. C.; GUILHOTO, J. J. M. **Estrutura do mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais**. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v.50, n.2, p.41-63, 2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (**Conama**). Resolução nº. 375 de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Brasília, DF: Conama, 2006.

CORRÊA, I. M.; MAZIERO, J. V. G.; ÚNGARO, M. R.; BERNARDI, J. A.; STORINO, M. Desempenho de motor diesel com mistura de biodiesel de óleo de girassol. **Ciências Agrotécnicas**, v.32, n.03, p.923-928, 2008.

CRUZ, J. **Girassóis embelezam a cidade**. Prefeitura Municipal de Alvorada, 2007. Disponível em: <http://www.alvorada.rs.gov.br/003/00301009>. , Acessado em 17 de Dezembro de 2014.

DARWISH, M. R.; EL-AWAR, F. A.; SHARARA, M.; HAMDAR, B. Economic environmental approach for optimum wastewater utilization in irrigation: a case study in Lebanon. **Applied Engineering in Agriculture**, v.15, p.41-48, 1999.

EMBRAPA. **Girassol ornamental**, 2007 disponível em: [http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op\\_page=68&cod\\_pai=156](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=68&cod_pai=156). Acessado em 19 de Dezembro de 2014.

FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. **Irrigation with treated sewage effluent: Management for environmental protection**. Berlin: Springer-Verlag, 1991. 224p.

FERNANDES, V. M. C. **Padrões para reúso de águas residuárias em ambientes urbanos**. In: Simpósio Nacional sobre o uso da água na agricultura, Passo Fundo, 2006.

FONSECA, A. F. Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade de São Paulo, Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.

GARJULLI, R. Os Recursos Hídricos no Semiárido; **Ciência e Cultura**, vol.55, n.4, São Paulo, Novembro./Dezembro.2003.

GONDIM, R. S.; GOMES, A. R. M.; BEZERRA, F. C.; COSTA, C. A. G.; PEREIRA, N. S. Estimativa da evapotranspiração e coeficiente de cultivo da *Heliconiabihi L.*, cultivada em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 14, p. 23-25, 2008.

HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. p. 131-158.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA – IBRAFLO. **IBRAFLO, Informativo**. Julho de 2013 – Ano 04/ Volume 36.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA – IBRAFLO. **IBRAFLO, Informativo**. Outubro de 2014 - Ano 05/ Volume 50.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Brasil, 2010.

JULY, A. B. **Botânica introdução à taxonomia vegetal**. 13<sup>o</sup> Ed; São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002. 777p.

MARA, D; BOS, R. Risk Analysis and Epidemiology: The 2006 WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater in Agriculture. In: DRECHSEL, Pay et al. (ed.). **Wastewater Irrigation and Health: Assessing and Mitigating Risk in Low-Income Countries**. London: Earthscan, p. 51-62, 2010.

MEDEIROS, S. S.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Uso de água residuária de origem urbana no cultivo de gérberras: efeito nos componentes de produção. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.569-578, maio/agosto. 2007.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL-MIN. **Nova delimitação do Semiárido Brasileiro**. Brasília, DF, 32p, 2011.

MODESTO, Z. M. M.; SIQUEIRA, N. J. B. **Botânica**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária (E.P.U.), 341p, 1981.

MORGADO, L. N.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; SANTANA, M. P. Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L., em Lavras - MG. **Revista Ciência Agrotecnologia**, v.26, n.06, p.1167-1177, 2002.

MONTE, H. M.; ALBUQUERQUE, A. **Reutilização de Águas Residuais**. Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Esgoto e Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, 2010.

NEVES, M. B.; BUZETTI, S.; DE CASTILHO, R. M. M.; BOARO. Desenvolvimento de plantas de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em vasos, em dois substratos com solução nutritiva e em solo. Jaboticabal- SP, **Científica**, v.33, n.02, p.127- 133, 2005.

NEVES, A. L. R. Estratégias visando o uso sustentável de água salina em um ciclo de rotação cultural feijão-de-corda/girassol. 2012. 159 f. **Tese (Doutorado)** – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

NOBRE, R. G.; ANDRADE, L. O.; SOARES, F. A. L. ; GHEYI, H. R.; FIGUEIREDO, G. R. G.; SILVA, L. A. da . Vigor do girassol (*Helianthus annuus* L.) sob diferentes qualidades de água. Brasília-DF. **Educação Agrícola Superior**, v.23, n.01, p.58-60, 2008.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. de. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.03, p.358-365, 2010.

OLIVEIRA, A. A.P.; BRAINER, M. S. de C. P. **Perfil da floricultura no nordeste brasileiro**. In: Congresso do Sober, Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, Fortaleza-CE. p.20, 2006.

OLIVEIRA, A. A. P.; BRAINER, M. S. de C. P. **Floricultura: caracterização e mercado**. v.16, Fortaleza, Banco do Nordeste, Série Documentos do ETENE, 18p, 2007.

OLIVEIRA, M. F.; CASTIGLIONI, V. B. R., **Girassol colorido para o Brasil**. Londrina, PR, (EMBRAPA - Cnpso. Folder), 2003.

ROSSI, R. O Girassol. Curitiba: Tecnogro.1998. 333p. SABESP. **Água no planeta**. 2008. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br>> Acesso em: 17 de Dezembro, 2014.

SABESP. 2008. **Água no planeta**. Disponível em:<<http://w.sabesp.com.br>>. Acesso em: 1 Agosto de 2014.

SANTOS, M. B. H.; LIMA, V. L. A.; HAANDEL, A. C. V.; BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, A. P. Salinidade de um solo, irrigado com água residuária e adubado com biossólido. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v. 27, p. 30-36, 2006.

SNIS (Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento). **Diagnósticos Dos Serviços De Água E Esgotos: 2011**. 10 ed. Brasília, junho de 2013.

TOSETTO, M. S. Tratamento terciário de esgoto sanitário para fins de reúso urbano. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade de Campinas, Pós-Graduação em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2005.

UNGARO, M. R. G. **Cultura do girassol**. Campinas: Instituto Agronômico, 2000. 36p. (Boletim técnico, 188).

VENCATO, A. **Anuário brasileiro das flores 2006**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2006, 112 p.

VON PINHO, R. G.; GROSS, M. R.; STEOLA, A. G.; MENDES, M. C. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema plantio na região sudeste de Tocantins. **Bragantia**, Campinas. v.67, p.733-739, 2008.

ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; & OLIVEIRA JÚNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.425-433, 2010.

# **CAPÍTULO 1**

## **USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NO DESENVOLVIMENTO DE DUAS CULTIVARES DE GIRASSOL ORNAMENTAL**

## **Uso de água residuária no desenvolvimento de duas cultivares de girassol ornamental**

**RESUMO:** O uso de água residuária nas atividades agrícolas vem crescendo a cada ano, principalmente visando atender as regiões onde a escassez de água é evidente. Estudos mostram que o uso destas águas pode melhorar o aproveitamento do potencial hídrico e nutricional das culturas de forma economicamente viável e ambientalmente sustentável. O presente trabalho teve como objetivo estudar o desenvolvimento de duas cultivares de girassol ornamental (*cv.* Anão de jardim e Sol noturno), irrigadas com água residuária e cultivadas em casa de vegetação. Para o estudo, foram realizados dois experimentos com as distintas cultivares, no período de abril a junho de 2014, em casa de vegetação situada na área experimental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. O delineamento foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos foram compostos por cinco níveis de água residuária (0, 25, 50, 75 e 100%), misturada com água de abastecimento local. As variáveis analisadas foram altura de plantas, número de folhas, diâmetro do caule, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea e, diâmetro interno e externo do capítulo. Foi realizada a análise de variância e observou-se pelo teste F que não houve diferença significativa a nível de 5% de probabilidade para as variáveis analisadas. Sendo assim, as porcentagens de água residuária não interferiram no desenvolvimento das cultivares de girassol Anão de jardim e Sol noturno.

**Palavras – Chave:** Reúso, *cv.* Sol noturno, *cv.* Anão de jardim.

## **Wastewater in the development of two ornamental sunflower cultivars**

**ABSTRACT:** The use of wastewater in agricultural activities has grown each year, especially aiming to assist regions where the lack of water is evident. Studies show that the use of these waters can improve water and nutritional potentials of crops, in an economically viable and environmentally sustainable way. This study aimed to evaluate the development of two ornamental sunflower cultivars (Sunspot dwarf and Evening sun), irrigated with wastewater and cultivated in greenhouse. Two experiments were developed using the two cultivars from April to June 2014, in a greenhouse located in the experimental area of the Agricultural Engineering Graduate Program of the Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB). The experiment was set in a completely randomized design, with 5 treatments and 6 replicates. Treatments consisted of five wastewater levels (0, 25, 50, 75 and 100%), mixed with tap water from the local water supply. The analyzed variables were plant height, number of leaves, stem diameter, shoot fresh matter, shoot dry matter; and, capitula internal and external diameter. It was carried out the analysis of variance and observed by F test that there was no significant difference at the level of 5% probability for all variables. Therefore, the wastewater percentages did not interfere in the development of sunflower cultivars Sunspot dwarf and Evening sun in a protected environment.

**Keywords:** reuse, cv. Evening sun, cv. Sunspot dwarf

## 1 –INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vem crescendo a preocupação em relação aos recursos hídricos, não somente por conta da quantidade disponível, mas também devido a sua qualidade. Tendo em vista que a população mundial vem crescendo a cada ano, conseqüentemente, aumentando a necessidade de produzir alimentos cada vez mais, isso tudo associado a falta de água para a agricultura, torna o uso de águas de qualidade inferior (residuária ou salobra) uma alternativa economicamente viável e ambientalmente sustentável, não somente para o semiárido nordestino, mas também para todas as regiões com escassez de água de qualidade (TESETTO, 2005; SABESP, 2008).

Diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos pelo mundo com o objetivo de viabilizar o uso de águas de qualidade inferior na agricultura. Um dos temas que atraíram a atenção de pesquisadores e ambientalistas é de águas residuais que possuem produtos químicos e metais pesados, especialmente aqueles que podem penetrar no solo, planta e, finalmente, na cadeia alimentar (ASHWORTH; ALLOWAY, 2003).

Segundo Santos et al. (2011) as condições climáticas, hídricas e edáficas das regiões áridas e semiáridas dificultam a expansão de áreas agrícolas e afetam as condições de vida dos agricultores familiares que dispõem de pequenas áreas e sobrevivem da agricultura de subsistência. Uma das formas de incrementar a renda seria a adoção de culturas de maior valor econômico, tal como as flores.

O mercado de produção de plantas ornamentais no Brasil vem crescendo a cada ano, sendo que na Região Nordeste destacam-se como principais pólos de produção os Estados de Ceará, Pernambuco, Bahia e Alagoas (OLIVEIRA; BRAINER, 2006).

A Bahia já possui a sua importância nesse mercado e, com o auxílio do IBRAFLOR (Instituto Brasileiro de Floricultura) e com a criação do projeto Flores da Bahia, vem aumentado significativamente a produção de flores, destacando-se principalmente as flores tropicais (IBRAFLOR, 2013).

Dentre as flores tropicais o girassol vem se destacando, pois trata-se de uma cultura que se adapta a diversas condições climáticas, possui altura de hastes variadas, belas inflorescências com cores que podem variar do amarelo claro ao laranja e do vermelho ao marrom dependendo da variedade, além de possuir uma excelente aceitabilidade no mercado de plantas ornamentais (ZOBIOLE et al., 2010; EMBRAPA, 2007).

Segundo Rebolças et al. (2010), no nordeste brasileiro, tem-se buscado estabelecer práticas de cultivo do girassol que permitam viabilizar sua exploração sob técnicas racionais e econômicas, principalmente, por ser uma planta de grande exigência nutricional. Porém, apesar do avanço alcançado, ainda são necessárias informações específicas sobre o manejo da cultura, incluindo a adubação orgânica e a possibilidade de utilização de águas residuárias.

Para Van Der Hoek et al., (2002), a utilização da água residuária na agricultura tem como principais vantagens a conservação da água disponível e a possibilidade de reciclagem de nutrientes, podendo assim reduzir a necessidade da utilização de fertilizantes químicos e, conseqüentemente, preservar o meio ambiente.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de duas variedades de girassol ornamental (Anão de jardim e Sol noturno), cultivadas em casa de vegetação e irrigadas com diferentes concentrações de água residuária diluídas em água de abastecimento local.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local de instalação dos experimentos de campo

O trabalho foi realizado na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Campus Cruz das Almas – BA, na área experimental pertencente ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, (12° 40' 12" S, 39° 6' 7" W, 220 m), sob condições de casa de vegetação, no período de abril a junho de 2014. O clima da região foi classificado por D'Angiolella et al. (1998) como úmido a sub-úmido, com umidade relativa e temperatura média anual de 80% e 24°C, respectivamente, e pluviosidade média anual de 1.143 mm.

### 2.2 Características do solo

O solo utilizado foi coletado no Campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; classificado por Carvalho (2002) como Latossolo Amarelo coeso A moderado, de baixa fertilidade química, horizontes subsuperficiais coesos e a análise granulométrica apresentou os seguintes resultados: 181,0 g kg<sup>-1</sup> de argila, 43,0 g kg<sup>-1</sup> de silte e 776,0 g kg<sup>-1</sup> de areia. É um solo com característica textural franco arenosa que apresenta densidade de partículas de 2,54 g cm<sup>-3</sup> e densidade aparente de 1,45g cm<sup>-3</sup>.

A análise química do solo foi realizada pelo Laboratório de Análises de Fertilizantes Solo e Monitoramento Ambiental LTDA (LAFSMA), situado na cidade de Cruz das Almas- BA, descrita na Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise química do solo utilizado no experimento.

pH	P	K	M.O.	Ca	Mg	H+Al	Al	Na	S	CTC
(água)	(mgdm <sup>-3</sup> )	(%)				(Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )				
5,0	13	57	1,65	0,8	0,5	3,25	0,1	0,1	1,54	4,79

### 2.3 Adubação

Para todos os tratamentos foi realizada apenas a adubação orgânica, no plantio e com a adição de 1,5 litros de esterco de curral curtido e homogeneizado, segundo recomendação de Kämpf (2006).

## 2.4 Estrutura e delineamento experimental

A casa de vegetação foi do tipo arco simples com 24 m de comprimento, 6 m de largura, pé-direito de 3 m, arco de 9 m e com orientação leste/oeste. O teto era coberto por filme transparente de polietileno de baixa densidade com 0,10 mm de espessura, os pilares de sustentação foram confeccionados com eucalipto tratado e toda a lateral era revestida por tela de sombreamento 'sombrite' 50%de luminosidade (Figura 1).



**Figura 1.** Visão geral da casa de vegetação.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições, totalizando 30 unidades experimentais para cada cultivar (Figura 2).



**Figura 2.** Disposição do experimento na casa de vegetação.

Os tratamentos foram compostos por cinco combinações de água residuária (0, 25, 50, 75 e 100%), diluídas em água de abastecimento local, descritos na Tabela 2. Foram conduzidos dois experimentos no mesmo período, o primeiro foi com a cultivar Girassol Anão de jardim e o segundo com a cultivar Sol noturno. As irrigações foram realizadas com um turno de rega que variou de um a dois dias.

**Tabela 2.** Descrição dos tratamentos utilizados.

<b>Tratamento</b>	<b>Constituição</b>
T1	0% de água residuária ou 100% de água de abastecimento
T2	25% de água residuária + 75% água de abastecimento
T3	50% de água residuária + 50% de água de abastecimento
T4	75% de água residuária + 25% de água de abastecimento
T5	100% de água residuária

As unidades experimentais foram compostas por baldes de polietileno com capacidade de 20 litros, preenchidos com 1 kg de brita número zero, coberta com manta geotêxtil, promovendo o sistema de drenagem e sobre a manta foi colocado 17 kg de solo homogeneizado com 1,5 litros de esterco de gado curtido. Na base inferior de cada balde havia um orifício onde foi conectada uma mangueira de 1/4” que ligava o balde a uma garrafa pet com capacidade de 2,0 litros, servindo para coleta da água drenada.

### 2.5 Águas utilizadas: residuária e de abastecimento

A água residuária foi procedente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Empresa Baiana de Água e Saneamento (EMBASA) situada no Município de Muritiba - BA (Figura 3), após tratamento em sistema de lagoas de decantação realizado pela ETE para reduzir a quantidade de sólidos grosseiros.



**Figura 3.** Estação de tratamento de esgoto da EMBASA/ Muritiba- BA.

A água residuária ficou acondicionada em tanque com capacidade de 5.000 litros para ser utilizada no experimento e as diluições foram armazenadas em tanques com capacidade de 500 litros no interior da casa de vegetação.

A água de abastecimento foi proveniente da Empresa Baiana de Água e Saneamento (EMBASA), no município de Cruz das Almas- BA.

As características químicas das águas utilizadas no presente trabalho estão apresentadas na Tabela 3.

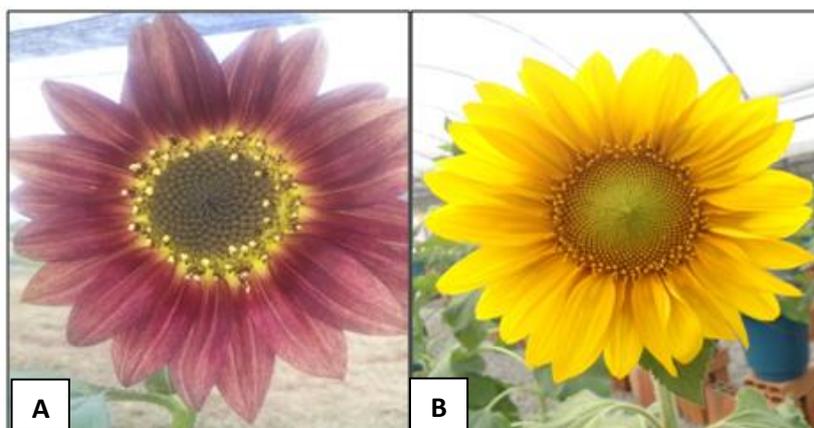
**Tabela 3.** Características das águas utilizadas no experimento.

Componentes	Unidades	Água residuária	Água de abastecimento
pH		7,16	6,91
CE <sub>a</sub>	dS m <sup>-1</sup>	1,00	0,35
P	mg L <sup>-1</sup>	0,05	0,01
K	mg L <sup>-1</sup>	29,32	2,90
N	mg L <sup>-1</sup>	21,85	0,80
Na	mg L <sup>-1</sup>	138	15,4
Ca	mg L <sup>-1</sup>	15	14,52
Mg	mg L <sup>-1</sup>	18,96	8,8
Cl	mg L <sup>-1</sup>	175,83	49,22
SO <sub>4</sub>	mg L <sup>-1</sup>	a	24,02
CO <sub>3</sub>	mg L <sup>-1</sup>	p	5,22
HCO <sub>3</sub>	mg L <sup>-1</sup>	238,51	14,65
RAS	(mmol/L) <sup>0,5</sup>	5,55	0,92

a – ausente, p – presente

## 2.6 Cultivares de girassol utilizadas

As cultivares escolhidas para a realização do experimento foram a *cv.* Anão de jardim (Figura 4A) e a *cv.* Sol noturno (Figura 4B).



**Figura 4.** Cultivares de girassol utilizadas para o experimento: (A) Sol noturno e (B) Anão de jardim.

As sementes de girassol (*Helianthus annuus L. cv.* Sol noturno) foram fornecidas pela Empresa “ISLA Sementes”. Segundo a empresa esta cultivar alcança de 2 a 3 metros de altura. As inflorescências dessa variedade possuem cores sortidas, de tonalidades escuras, variando do amarelo claro a laranja escuro, vermelho a marrom, sendo utilizada como flor de corte para a composição de arranjos florais e buquês.

As sementes da segunda cultivar de girassol (*Helianthus annuus L. cv. Anão de jardim*), também foram fornecidas pela Empresa “ISLA Sementes”; Essa cultivar é indicada para o cultivo em vaso e é considerada de pequeno porte, pois sua altura comercial atinge média entre 40 e 50 cm, possui inflorescências de cor amarela e um ciclo de no máximo 60 dias no verão.

## 2.7 Condução do experimento

Inicialmente o solo de todas as unidades experimentais foram saturados utilizando água de abastecimento até que ocorresse a drenagem. Os baldes permaneceram cobertos por uma lona plástica para evitar a perda da água por evaporação (Figura 5).

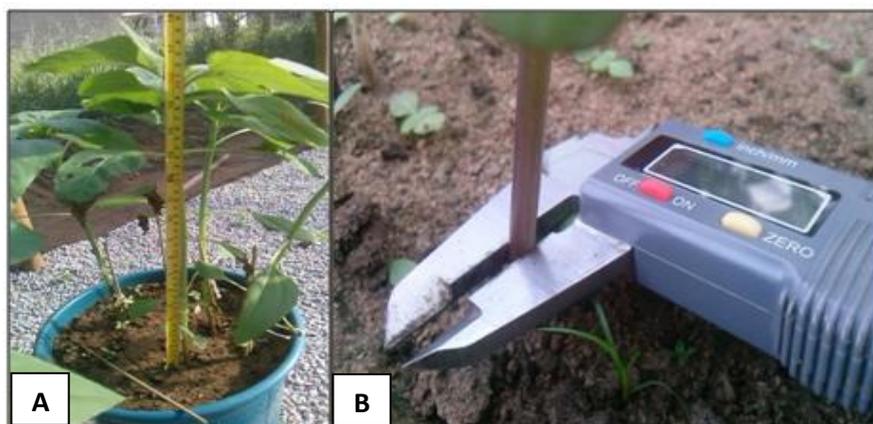


**Figura 5.** Solo mantido a capacidade de campo.

Após a drenagem da água considerou-se que o solo se encontrava na capacidade de campo; assim, foram colocadas dez sementes por balde, cuja data de semeadura foi aos 07 de abril de 2014. Oito dias após o semeio foi realizado o procedimento de desbaste, permanecendo cinco plantas por vaso.

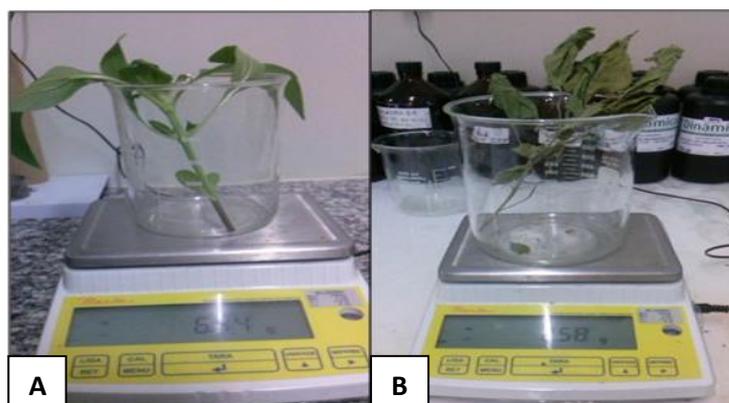
Todas as unidades experimentais foram irrigadas a partir do início da germinação com água dos seus respectivos tratamentos. Aos 10 dias após o desbaste (DAD), foram avaliadas: altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA). O mesmo ocorreu aos 20, 30 e 40 DAD, ficando apenas uma planta para a avaliação das variáveis de produção, ou seja, diâmetro interno e externo do capítulo (DI e DE).

A altura da planta foi determinada pela medida da distância entre o colo da planta e a inserção do capítulo (Figura 6A); o DC foi obtido com o auxílio de um paquímetro digital, sendo o ponto de medição 5 cm acima do solo (Figura 6B).



**Figura 6.** Medidas altura da planta de girassol (A) e diâmetro do caule (B) da cultura do girassol.

Para o número de folhas foram consideradas as maiores que 3 cm. As plantas foram colhidas e pesadas em uma balança digital com duas casas decimais de precisão, obtendo assim a MFPA (Figura 7A). Imediatamente após a pesagem as amostras foram levadas à estufa de secagem à 65°C onde permaneceram por 72 horas, obtenção da MSPA (Figura 7B).



**Figura 7.** Medidas de massa fresca(A) e seca (B)da parte aérea da cultura do girassol.

A última avaliação da planta consistiu em deixá-la completar o ciclo e produzir os capítulos. Quando as flores atingiram o último estágio ( $R_5$ ), ou seja, com 100 % das pétalas abertas (CASTIGLIONI et al., 1997), foram realizadas as medidas do diâmetro interno e externo, sendo considerada a média aritmética das medidas feitas nas posições horizontal e vertical (Figura 8). A última medida dos diâmetros ocorreu no dia 15 de junho de 2014.

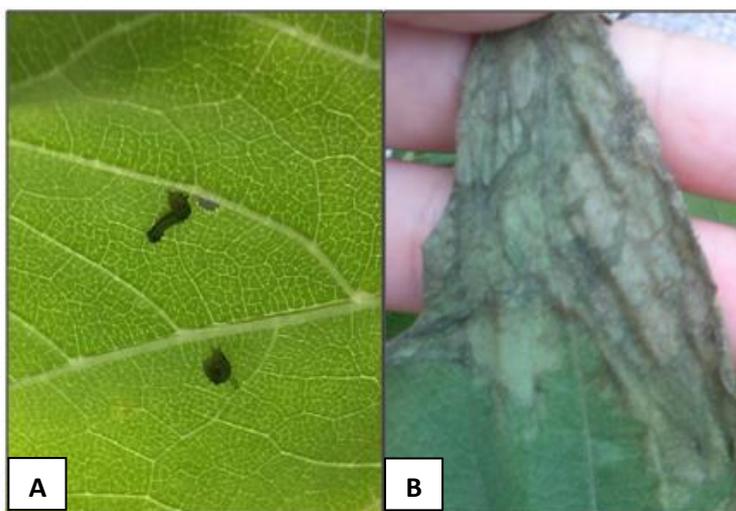


**Figura 8.** Medidas dos diâmetros dos capítulos de girassol.

## 2.8 Controle de pragas e doenças

Foi observada a ocorrência de lagartas, porém não foi utilizado nenhum tipo de defensivo químico ou natural, efetuando-se a retirada das lagartas manualmente (Figura 9A).

Verificou-se a incidência de podridão bacteriana principalmente aos 20 e 30 DAD, porém, não foi possível o controle antes que esta causasse danos nas folhas das plantas (Figura 9B).



**Figura 9.** Pragas e doenças observadas durante o experimento, lagarta(A) e podridão bacteriana(B).

## 2.9 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com o programa estatístico SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2011), obtendo-se as variâncias (ANOVA) e verificando-se as significâncias dos tratamentos por meio do teste F.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise de variância (ANOVA) apresentados na Tabela 4, para a cultivar Anão de jardim, não houve efeito significativo dos tratamentos sobre as variáveis altura de planta e diâmetro do caule; estas apresentaram médias gerais da altura de planta de 51,66 cm e diâmetro do caule de 12,28 mm.

Em relação ao número de folhas, observou-se diferença significativa apenas aos 20 DAD, o que pode ser justificado pela presença da podridão bacteriana, fitopatologia ocorrida durante o experimento, ter se mostrado mais expressiva nesse período. Esta variável apresentou valores de média geral de 24,53, mínimo de 22,66 e máximo de 26,00 no último período em que foram realizadas as análises. Neste mesmo momento o CV encontrado foi de 13,75 %.

**Tabela 4.** Resumo da ANOVA para as variáveis: altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) da cultivar Anão de jardim.

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		10 DAD	20 DAD	30 DAD	40 DAD
AP (cm)					
Tratamento	4	0,1637 <sup>ns</sup>	6,3846 <sup>ns</sup>	6,3553 <sup>ns</sup>	32,1875 <sup>ns</sup>
Resíduo	25	1,2637	2,6150	9,1435	48,7367
CV	(%)	15,66	11,21	10,31	13,51
Mínimo	(cm)	7,0166	12,8667	28,5833	48,6667
Média geral	(cm)	7,1800	14,4233	29,3367	51,6667
Máximo	(cm)	7,4167	15,5000	30,8333	54,3333
DC (mm)					
Tratamento	4	0,0853 <sup>ns</sup>	0,3479 <sup>ns</sup>	3,0315 <sup>ns</sup>	2,8244 <sup>ns</sup>
Resíduo	25	0,3568	0,7577	1,5224	4,5611
CV	(%)	13,14	11,26	11,75	17,38
Mínimo	(mm)	4,4250	7,5250	9,8516	11,5367
Média geral	(mm)	4,5450	7,728	10,4963	12,2890
Máximo	(mm)	4,7350	8,0083	11,3000	13,3217
NF					
Tratamento	4	4,5500 <sup>ns</sup>	5,1333*	6,5833 <sup>ns</sup>	10,7833 <sup>ns</sup>
Resíduo	25	1,4267	1,8133	4,8133	11,3733
CV	(%)	13,17	9,57	11,97	13,75
Mínimo		8,1667	12,5000	17,3333	22,6667
Média geral		9,0667	14,0667	18,3333	24,5333
Máximo		10,0000	14,8333	19,8333	26,0000

\* - significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade; CV - coeficiente de variação.

Os resultados da Tabela 4 divergem dos obtidos por Santos et al. (2011), estudando o girassol cv. EMBRAPA 122/V-2000 cultivado em vaso e ambiente protegido, utilizando dois tipos de água (residuária e de abastecimento) e quatro doses de húmus de minhoca. Os

autores verificaram que o suprimento hídrico da cultura do girassol com água residuária favoreceu o aumento do número de folhas e comprimento do caule com acréscimos variando entre 18 a 22,59% e o diâmetro caulinar com incremento variando de 17 a 46,82% em função do estágio fenológico. O mesmo ocorreu com os resultados de Souza et al. (2010), que em pesquisa utilizando água residuária e adubação orgânica no cultivo do girassol (cv. Embrapa BRS Oásis) em casa de vegetação, observaram que a água residuária promoveu um aumento no DC de 35,6 e 51,5%, aos 14 e 28 dia após o transplântio (DAT) em relação a água de abastecimento; o incremento também foi observado para a variável AP nas duas datas avaliadas, com 14,1 e 31,2% e para a variável NF um acréscimo de 2 e 4 folhas aos 14 e 28 DAT, respectivamente.

Os resultados do estudo desenvolvido por Cerqueira et al. (2008) corroboram com os encontrados neste experimento. Os autores avaliando o uso da água residuária tratada na produção de *Heliconia psittacorum* e *Gladiolus hortulanus* e irrigadas por gotejamento com água residuária tratada e água de riacho, observaram que para comprimento da haste e altura de planta, não houve significância estatística pelo teste F a 5% de probabilidade, para os tipos de água utilizada.

A Tabela 5 apresenta os resultados da ANOVA das variáveis massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA) para a cultivar Anão de jardim; estas não demonstraram diferenças significativas em nenhum dos dias em que foram realizados os desbastes.

**Tabela 5.** Resumo da ANOVA para as variáveis: massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) da cultivar Anão de jardim.

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		10 DAD	20 DAD	30 DAD	40 DAD
MFPA (g)					
Tratamento	4	3,5096 <sup>ns</sup>	9,6718 <sup>ns</sup>	292,9105 <sup>ns</sup>	1358,3207 <sup>ns</sup>
Resíduo	25	3,0147	30,4654	328,5361	1326,5854
CV	(%)	23,51	22,00	27,08	29,43
Mínimo	(g)	6,8483	23,5333	59,8617	108,3600
Média geral	(g)	7,3847	25,0833	66,9373	123,7463
Máximo	(g)	8,7116	26,7533	76,1967	142,1700
MSPA (g)					
Tratamento	4	0,0238 <sup>ns</sup>	0,0841 <sup>ns</sup>	2,3479 <sup>ns</sup>	16,9915 <sup>ns</sup>
Resíduo	25	0,0197	0,2708	2,6883	9,7858
CV	(%)	24,95	23,53	27,60	25,57
Mínimo	(g)	0,4816	2,0616	5,3033	10,6300
Média geral	(g)	0,5627	2,2120	5,9400	12,2340
Máximo	(g)	0,6500	2,3600	6,8250	14,4750

\* - significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade; CV - coeficiente de variação.

Resultados semelhantes foram encontrados por Nascimento et al. (2013) em experimento avaliando os efeitos da água residuária tratada, água de abastecimento e doses de adubo proveniente de composto de resíduos sólidos na produção de flores do girassol Embrapa 122/V-2000, verificando que não houveram efeitos estatisticamente significativos para as variáveis peso fresco e seco total da planta, em relação a qualidade da água de irrigação.

Os resultados de Nobre et al. (2008), em experimento desenvolvido com girassol *cv.* Embrapa 122/V-2000 irrigado com dois tipos de águas (residuária e abastecimento) são contrários aos do presente trabalho, pois os autores observaram que as plântulas irrigadas com água residuária tiveram uma fitomassa fresca e seca da parte aérea superior as irrigadas com água de abastecimento em 50,67 e 17,49%.

A Tabela 6 apresenta a ANOVA das variáveis diâmetro interno e externo do capítulo (DI e DE) da cultivar Anão de jardim, observando que estas não demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos. Os CV obtidos pelas variáveis DI e DE foram 15,11% e 12,07%.

**Tabela 6.**Resumo da ANOVA para as variáveis: diâmetro interno do capítulo (DI) e diâmetro externo do capítulo (DE) da cultivar Anão de jardim.

Causas de variação	GL	Quadrado médio	
		DI (cm)	DE (cm)
Tratamento	4	1,0150 <sup>ns</sup>	1,1721 <sup>ns</sup>
Resíduo	25	1,1481	3,6904
CV	(%)	15,11	12,07
Mínimo	(cm)	6,7333	15,2083
Média geral	(cm)	7,0907	15,9110
Máximo	(cm)	7,7883	16,2550

\* - significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade; CV - coeficiente de variação.

Segundo a descrição feita pela Empresa “ISLA Sementes” o diâmetro externo das inflorescências da cultivar Anão de jardim pode variar de 14 a 18 cm. Os diâmetros encontrados no presente trabalho obtiveram médias gerais de 7,09 cm para o DI e de 15,91 cm para DE, sendo considerados dentro dos padrões de comercialização.

No experimento desenvolvido por Souza (2009) os resultados foram divergentes dos encontrados no presente trabalho, pois o autor ao avaliar a produção do girassol *cv.* Embrapa BRS Oásis utilizando água residuária, água de abastecimento e diferentes doses de húmus de minhoca, verificou que o fator água de irrigação proporcionou efeito significativo ( $p < 0,01$ ) em favor das plantas irrigadas com água de reúso, promovendo um

incremento no DE de 45,11% e no DI de 67,38% em relação às plantas irrigadas apenas com água de abastecimento. O mesmo ocorreu nos resultados obtidos por Medeiros et al. (2010), pesquisando o efeito do uso de dois tipos de águas (residuária e de abastecimento) para a irrigação de gérbas e a implicação do uso das adubações nitrogenada e potássica na produção da mesma cultura, onde estes observaram que houve um incremento de 3% na variável diâmetro das flores para as plantas que foram irrigadas com água residuária.

Os resultados da cultivar Anão de jardim apontam que mesmo com a água residuária possuindo uma quantidade superior de nutrientes, principalmente o nitrogênio e potássio, quando comparada com a análise da água de abastecimento (Tabela 3), não interferiu no desenvolvimento da cultivar no período em que foi desenvolvido o experimento.

A Tabela 7 apresenta os resultados da ANOVA para as variáveis AP, DC e NF da cultivar Sol noturno. Para as variáveis AP e DC não foi possível observar efeitos significativos ( $p < 0,05$ ) em nenhuma das épocas de avaliação.

**Tabela 7.** Resumo da ANOVA para as variáveis: altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) da cultivar Sol noturno.

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		10 DAD	20 DAD	30 DAD	40 DAD
AP(cm)					
Tratamento	4	6,7588 <sup>ns</sup>	31,9911 <sup>ns</sup>	35,4355 <sup>ns</sup>	284,9688 <sup>ns</sup>
Resíduo	25	13,5583	34,5153	90,3528	141,7146
CV	(%)	25,32	15,27	13,41	8,97
Mínimo	(cm)	12,7333	35,0666	68,7333	122,3000
Média geral	(cm)	14,5433	38,4800	70,8983	132,7100
Máximo	(cm)	15,4500	41,2500	73,6666	140,2916
DC (mm)					
Tratamento	4	0,4672 <sup>ns</sup>	0,3828 <sup>ns</sup>	2,9745 <sup>ns</sup>	3,1117 <sup>ns</sup>
Resíduo	25	0,4905	1,6938	1,4785	1,5234
CV	(%)	17,42	18,73	12,98	10,82
Mínimo	(mm)	3,6300	6,5533	8,1433	10,6967
Média geral	(mm)	4,0197	6,9477	9,3683	11,4110
Máximo	(mm)	4,3800	7,2883	9,8333	12,5700
NF					
Tratamento	4	2,2000 <sup>ns</sup>	1,2833 <sup>ns</sup>	9,6333*	8,8458 <sup>ns</sup>
Resíduo	25	1,3400	3,8867	2,4333	5,7233
CV	(%)	12,45	16,03	9,42	11,20
Mínimo		8,5000	11,5000	14,6667	20,1667
Média geral		9,3000	12,3000	16,5667	21,3667
Máximo		10,1667	12,6667	18,0000	23,0000

\* - significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade; CV - coeficiente de variação.

Para a variável número de folhas (NF) observou-se resultado significativo aos 30 DAD, porém, é necessário ressaltar que neste período ocorreu de forma mais expressiva o aparecimento da fitopatologia citada na metodologia e isto ocasionou a perda de folhas e, conseqüentemente, a significância na análise estatística. Nos demais períodos não foram observados efeitos significativos em relação a água de irrigação sobre a variável NF.

Os resultados obtidos por Santos (2010), avaliando o crescimento do girassol (*cv.* EMBRAPA 122/V-2000) irrigado com águas residuárias provenientes de esgoto doméstico e submetido a doses crescentes de boro, divergem dos encontrados neste experimento. O autor constatou que o tipo de água se mostrou significativo aos 63 DAT para número de folhas e aos 7; 14 e 63 DAT para o comprimento do caule. Os melhores resultados quanto ao fator água se relacionam ao diâmetro do caule, cujos efeitos foram significativos aos 7, 14, 28 e 35 DAT.

Os resultados de Silva et al. (2012), trabalhando com cinco porcentagens de água residuária misturada com água de abastecimento (0, 25, 50, 75 e 100%) e avaliando o desenvolvimento de três cultivares de girassol (IAC Uruguai, Helio 250 e Catissol), assemelham-se com os do presente trabalho; os autores concluíram que a aplicação de água residuária combinada com água de abastecimento, nas proporções estudadas, não influenciaram significativamente as variáveis de crescimento, AP, DC, NF e MSPA, das variedades de girassol avaliadas.

A Tabela 8 apresenta a análise de variância para as variáveis MFPA e MSPA não apresentando efeito significativo dos tratamentos a nível de 5% de probabilidade.

Os resultados do presente trabalho estão de acordo com os encontrados por Brito et al. (2014), avaliando o uso da água residuária para a produção de muda de girassol (*cv.* Sol noturno) em diferentes substratos, pois não foram encontradas diferenças significativas para as variáveis fitomassa fresca e seca da parte aérea (FFPA e FSPA). Porém, divergem dos resultados de Oliveira et al. (2012), que obtiveram resultados significativos de matéria fresca do caule (MFC), matéria fresca da folha (MFF) e matéria seca do caule e da folha (MSC e MSF), no experimento com sabiá (*Mimosa caesalpinieae* Benth) irrigado com cinco concentrações de água residuária (0, 25, 50, 75 e 100%), sendo que, o tratamento com 100% de água residuária foi o que alcançou as maiores médias para todas as variáveis.

**Tabela 8.** Resumo da ANOVA para as variáveis: massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) da cultivar Sol noturno.

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		10 DAD	20 DAD	30 DAD	40 DAD
MFPA (g)					
Tratamento	4	3,2007 <sup>ns</sup>	21,5893 <sup>ns</sup>	405,3268 <sup>ns</sup>	283,3743 <sup>ns</sup>
Resíduo	25	8,6707	81,8885	539,5672	429,6610
CV	(%)	43,00	37,02	28,99	10,15
Mínimo	(g)	5,8888	22,2933	69,7433	196,3083
Média geral	(g)	6,8487	24,4443	80,1167	204,2160
Máximo	(g)	7,7316	26,1783	87,8017	212,5600
MSPA (g)					
Tratamento	4	0,0149 <sup>ns</sup>	0,5630 <sup>ns</sup>	8,7342 <sup>ns</sup>	8,5412 <sup>ns</sup>
Resíduo	25	0,0604	0,2620	4,8685	12,4456
CV	(%)	43,67	42,24	29,65	11,45
Mínimo	(g)	0,4933	2,2816	6,2300	28,9416
Média geral	(g)	0,5630	2,5493	7,4413	30,8170
Máximo	(g)	0,6116	2,8616	8,8433	32,1000

\* - significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade; CV - coeficiente de variação.

Na análise dos diâmetros dos capítulos da cultivar Sol noturno, presente na Tabela 9, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos e os CVs foram 12,01% e 12,72% para DI e DE, respectivamente.

A média geral apresentada pelos capítulos foi de 5,53 cm para o DI e de 12,32 cm para o DE. Segundo a descrição da empresa que desenvolveu a cultivar (ISLA Sementes) os diâmetros externos das inflorescências desta cultivar pode variar de 10 a 15 cm, ficando os valores dentro desta variação tolerável para a comercialização.

**Tabela 9.** Resumo da ANOVA para as variáveis: diâmetro interno do capítulo (DI) e diâmetro externo do capítulo (DE) da cultivar Sol noturno.

Causas de variação	GL	Quadrado médio	
		DI (cm)	DE (cm)
Tratamento	4	0,3123 <sup>ns</sup>	1,1906 <sup>ns</sup>
Resíduo	25	0,4415	2,4565
CV	(%)	12,01	12,72
Mínimo	(cm)	5,3467	11,6867
Média geral	(cm)	5,5330	12,3247
Máximo	(cm)	5,9183	12,7850

\* - significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade; CV - coeficiente de variação.

Os resultados divergem dos obtidos por Andrade et al. (2012), estudando a qualidade de flores de quatro variedades de girassóis ornamentais (EMBRAPA 122/V2000, Sol noturno, Sol vermelho e Debilis creme) irrigados com água residuária e de

abastecimento; os autores verificaram que para o diâmetro externo das flores (DE) houve um acréscimo significativo de 2,96 mm para as plantas irrigadas com água residuária em relação às irrigadas com água de abastecimento. Já para o diâmetro interno da flor observaram que também houve incremento das plantas irrigadas com água residuária em relação às irrigadas com água de abastecimento para todos os genótipos.

Resultados semelhantes aos do presente trabalho foram encontrados por Damasceno (2008), onde o autor avaliando, dentre outros fatores, o uso da água residuária combinada com fertilizantes químicos (N e K<sub>2</sub>O) para o cultivo de gérbera, observou que não houve diferenças significativas pelo teste estatístico SNK entre os tratamentos para variável diâmetro dos capítulos (DC).

A cultivar Sol noturno, assim como a Anão de jardim, também não foi influenciada pela maior quantidade de nutrientes existentes na água residuária, ou seja, as variáveis analisadas não diferiram entre si a um nível de 5% de probabilidade.

#### 4 - CONCLUSÕES

1. A utilização da água residuária ou da combinação desta com água de abastecimento na irrigação da cultivar de girassol Anão de jardim não interferiu no desenvolvimento da altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e massa fresca e seca da parte aérea, assim como não apresentou efeitos nas variáveis de produção, diâmetro interno e externo do capítulo.
2. Para a cultivar Sol noturno também não houve diferença pelo teste F entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas.
3. As médias observadas para as variáveis diâmetros internos (DI) e externos (DE) dos capítulos das duas cultivares encontraram-se dentro dos padrões de comercialização, em todas as diluições de água residuária em água de abastecimento.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. O.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; DIAS, N. DA S.; NASCIMENTO, E. C. S. Qualidade de flores de girassóis ornamentais irrigados com águas residuária e de abastecimento. **IDESIA (Chile)**. v.30, n.2, p. 19-27. Maio – Agosto, 2012.

ASHWORTH, D. J; ALLOWAY, B. J. Soil mobility of sewage sludge–derived dissolved organic matter, copper, nickel and zinc. **Environmental Pollution**, 127, 137-144, 2003.

BRITO, K. S. A.; SILVA, V. F.; PEREIRA, J. S.; NASCIMENTO, E. C. S.; ANDRADE, L. O.; SANTOS, B. D. B. Irrigação com água residuária em mudas de girassol cultivados em diferentes substratos. **Anais... II Inovagre Internacional Meeting**. Fortaleza- CE, 2014.

CARVALHO, S. R. L.; REZENDE, J. O.; FERNANDES, J. C.; PEREIRA, A.P. Caracterização e avaliação de leguminosas e gramíneas com alto poder relativo de penetração de raízes em solo coeso dos tabuleiros costeiros do recôncavo baiano - Etapa I. **Revista Magistra**, Cruz das Almas, v. 14, n. 1, 2002. Disponível em: <http://www.magistra.ufrb.edu.br/publica/magist14/02-14-04c.html>. Acesso em 15 de julho de 2014.

CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, DE C.; SILVEIRA, J. M. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol**. 1. ed. Londrina: EMBRAPA-CNPS, 26 p, 1997.

CERQUEIRA, L. L.; FADIGAS, F. DE S.; PEREIRA, F. A.; GLOAGUEN, T.V.; COSTA, J. A. Desenvolvimento de *Heliconia psittacorum* e *Gladiolus hortulanus* irrigados com águas residuárias tratadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.12, n.6, p.606–613, Campina Grande- PB, 2008.

DAMASCENO, L. M. O. Fertirrigação com efluente doméstico tratado no cultivo de gerbera com e sem suplementação mineral. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Campina Grande – PB, p. 120, 2008.

D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, E. F. Tendências climáticas para os Tabuleiros Costeiros da região de Cruz das Almas, BA. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras, SBEA, v. 1, p.43-45, 1998.

EMBRAPA. **Girassol ornamental**, 2007 disponível em: [http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op\\_page=68&cod\\_pai=156](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=68&cod_pai=156), Acessado em 19 de Dezembro de 2014.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: Computer statistic analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA – IBRAFLOR. **IBRAFLOR, Informativo**. Julho – Ano 04/ Volume 36, 2013.

KÄMPF, A. N.; TAKANE, R. J.; SIQUEIRA, P. T. V. **Floricultura: Técnicas de preparo de substratos**. 1. ed. Brasília: LK Editora e Comunicação, v.1.132 p, 2006.

MEDEIROS, S de S., GHEYI, H. R., SOARES, F. A. L. Cultivo de flores com o uso de água residuária e suplementação mineral. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.6, p.1071-1080, novembro/dezembro. 2010.

NASCIMENTO, N. V.; LIMA, V. L. A.; FARIAS, M. S. S.; SUASSUNA, J. F.; SANTOS, J. D. Efeito residual da adubação orgânica no crescimento do girassol. **Revista Verde (Mossoró – RN)**. v.8, n. 2, p.04 - 12, abril-junho,(Nota Técnica Científica). 2013.

NOBRE, R. G.; ANDRADE, L. O.; SOARES, F. A. L. ; GHEYI, H. R.; FIGUEIREDO, G. R. G.; SILVA, L. A. da . Vigor do girassol (*Helianthus annuus* L.) sob diferentes qualidades de água. Brasília-DF.**Educação Agrícola Superior**, v.23, n.01, p.58-60, 2008.

OLIVEIRA, A. A. P; BRAINER, M. S. de C. P. **Floricultura: caracterização e mercado**. Banco do Nordeste, Série Documentos do ETENE, v.16, Fortaleza, 18p, 2007.

OLIVEIRA, J. F.; ALVES, S. M. C.; PAIVA, L. A. L.; LIMA, V. I. A.; COSTA, L. L. B. Fertirrigação de mudas de sabiá com esgoto doméstico terciário. **Anais... IV Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação (IV WINOTEC)**. Fortaleza- CE. Maio de 2012.

REBOUCAS, J. R. L.; DIAS, N. DA. S.; GONZAGA, M. I. S.; GHEYI, H. R.; SOUZA NETO, O. N. DE S. Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n.1, p. 97-102, 2010.

SABESP. 2008. **Água no planeta**. Disponível em:<<http://w.sabesp.com.br>>. Acesso em: 1 Agosto de 2014.

SANTOS JÚNIOR, J. A. Produção de girassol em diferentes sistemas de cultivo, águas e adubação. 2010. 153p. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Campina Grande – PB, 2010.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; SOUSA, R. M.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; DIAS, G. N. Morfometria do girassol ornamental sob irrigação com água residuária e adubação orgânica. **Anais... II Reunião Sulamericana para Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas**. Cruz das Almas- BA, Abril 2011.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; SOUSA, R. M.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; DIAS, G. N. Crescimento do girassol submetido à irrigação com água residuária e adubação húmica. **Anais... II Reunião Sulamericana para Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas**. Cruz das Almas- BA, Abril 2011.

SILVA, L. T.; OLIVEIRA, M. L. A.; SACRAMENTO, D. S.; MENDONÇA, J. O.; OLIVEIRA, G. X. S.; GHEYI, H. R. Crescimento do girassol irrigado com água residuária tratada. **Anais... IV Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação (IV WINOTEC)**. Fortaleza- CE. Maio de 2012.

SOUZA, M de S. Cultivo de girassol para corte sob irrigação com água residuária e doses de matéria orgânica. 2009. 103p. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Campina Grande – PB, 2009.

SOUZA, M. de S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. DA S.; SOARES, F. A. L. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n.2, p. 125-133, 2010.

TOSETTO, M. S. Tratamento terciário de esgoto sanitário para fins de reúso urbano. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade de Campinas, Pós-Graduação em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2005.

VAN DER HOEK, W.; HASSAN, U. M.; ENSINK, J. H. J.; FEENSTRA, S.; RASCHID-SALLY, L.; MUNIR, S.; ASLAM, R.; ALIM, N.; HUSSAIN, R.; MATSUNO, Y. **Urban wastewater: a valuable resource for agriculture**. A case study from Horoonabad, Pakistan. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2002.

ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; & OLIVEIRA JÚNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.425-433, 2010.

## **CAPÍTULO 2**

### **PRODUÇÃO DE GIRASSOL ANÃO DE JARDIM IRRIGADO COM DIFERENTES LÂMINAS E ÁGUA RESIDUÁRIA**

## **Produção de girassol Anão de jardim irrigado com diferentes lâminas e água residuária**

**RESUMO:** No Semiárido nordestino a escassez de água é uma característica comum e o uso de água residuária pode se tornar uma alternativa eficaz para a produção agrícola. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de água residuária e de abastecimento na produção de girassol ornamental irrigado com diferentes lâminas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, durante o período de setembro a novembro de 2014. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial de 5x4 com 4 repetições, totalizando 80 unidades. A cultivar utilizada foi a *cv. Anão de jardim* e os tratamentos foram constituídos por cinco concentrações de água residuária (0, 25, 50, 75 e 100%), diluídas em água de abastecimento local e quatro lâminas de água aplicada correspondendo a porcentagens da evaporação do tanque Classe A (70, 90, 110 e 130%). As variáveis analisadas foram altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e massa fresca e seca da parte aérea e as variáveis dias para o aparecimento de botões florais, período de floração, abertura total dos capítulos, diâmetros internos e externos dos capítulos e a massa fresca e seca dos capítulos. Foi estimado também o consumo hídrico da planta. Com exceção da altura de planta, as demais de desenvolvimento da planta foram influenciadas pelas lâminas ou pelas concentrações de água residuária, o mesmo ocorrendo com as variáveis de produção. Porém, não houve diferenças significativas para as interações (água x lâmina) das variáveis estudadas. Analisando o consumo hídrico da cultura do girassol observou-se que as plantas irrigadas com lâmina de 110 % da evaporação do tanque Classe A apresentaram valores maiores de consumo em relação às demais lâminas.

**Palavras - chave:** reúso, irrigação, tanque Classe A.

**Production of sunflower Sunspot dwarf irrigated with different levels and wastewater**

**ABSTRACT:** In the semi-arid northeastern water scarcity is a common feature and seeking to solve this problem in these regions using water of inferior quality can become an alternative, mainly for irrigation of crops. The experiment was carried out in a greenhouse, in the experimental area of the Agricultural Engineering Graduate Program of the Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB), from September to November 2014. The experiment was set in a completely randomized design, in a 5x4 factorial scheme, with 4 replicates, totaling 80 unities. The cultivar Sunspot dwarf was used and the treatments consisted of five wastewater levels (0, 25, 50, 75 and 100%) diluted in tap water from the local water supply, combined with four water depths (70, 90, 110 and 130%), obtained from percentages of the evaporation of a Class A tank. The analyzed variables were plant height, stem diameter, number of leaves and shoot fresh and dry matter (SFM and SDM); besides days for flower buds appearance, flowering period, total opening of capitula, capitula internal and external diameters and capitula fresh and dry matter. Plant water consumption was also estimated. Except for PH, all plant development variables were influenced by either water depths or wastewater levels, and the same occurred with the production variables. However, there were no significant statistical differences for the interactions (wastewater levels x water depths), for any of the studied variables. Analyzing the water consumption of sunflower crop was noted that plants irrigated the blade of 110% of the evaporation of a Class A tank they have higher values of consumption compared with other blades.

**Keywords:** reuse, irrigation, Class A tank

## 1 - INTRODUÇÃO

O uso de água residuária é apresentado como uma nova fonte de suprimento de água, com elevado potencial de desenvolvimento. Atualmente, embora difundido mundialmente, o reúso representa apenas uma pequena fração da oferta de água, com maior representatividade em alguns países com notável escassez hídrica (BIXIO et al., 2006; DURHAM et al., 2002; MILLER, 2006).

Soluções de recuperação e reutilização da água estão sendo introduzidas em vários países e estão cada vez mais marcadas como um componente-chave da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH) e de adaptação às alterações climáticas. Vários estudos realizados por grupos de pesquisa têm apontado para os benefícios visíveis de opções de reutilização, o que sugere que o reúso pode trazer custo, água e economia de energia em comparação com a taxa de desenvolvimento (STENEKES et al. 2006).

Segundo Kantanoleon et al. (2006) o aumento da disponibilidade hídrica e a redução das cargas poluentes que chegam aos rios e outros corpos hídricos são os principais benefícios do reúso de água, que devem ser fundamentados nos seguintes princípios: prover tratamento confiável, de acordo com a utilização que se fará do efluente, proteger a saúde pública e ter aceitação social. As principais possibilidades de reúso da água são: irrigação agrícola; irrigação de parques e jardins; reciclagem industrial; usos potáveis urbanos; e recarga de aquíferos subterrâneos.

A aplicação do efluente tratado para o sistema solo-planta pode mitigar a escassez dos recursos hídricos e da descarga de nutrientes para os corpos d'água, utilizando o solo e as plantas como filtros naturais (POLLICE et al., 2004).

Segundo Hespanhol (2003), devido ao potencial e as limitações da irrigação de culturas com águas residuárias, é necessário o manejo adequado e controlado, não devendo assumir caráter proibitivo e sim avaliar suas características, levando-se em consideração o tipo da cultura, o solo e a forma como esse produto será consumido.

O relatório de pesquisa do Winrock Internacional da Índia - WII (2007) expõe que a qualidade das águas residuárias para uso em floricultura ou horticultura varia com o tipo de cultura, por exemplo, flor ou outra ornamental produzida para a indústria farmacêutica ou para a indústria de cosméticos; devem ser irrigadas com águas residuárias apropriadamente tratadas para minimizar a presença de qualquer agente tóxico na colheita. Por outro lado,

flores ou plantas produzidas com os objetivos ornamentais (decorativos) podem ser cultivadas com águas de esgoto não tratadas ou com tratamento primário.

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 (LOPES et al., 2009). É também uma cultura que apresenta um elevado potencial ornamental, tornando-se uma alternativa ambiental e economicamente viável para o uso de água residuária para suprir as suas necessidades hídricas através da irrigação.

Segundo Zobiolo et al. (2010), a cultura do girassol tem uma ampla adaptabilidade as diversas condições ambientais, possui alta tolerância a seca, ao calor e ao frio, não sofrendo influências pela latitude, altitude e pelo fotoperíodo. Por isso, pode ser cultivada em qualquer lugar do país sem grandes dificuldades de manejo, tornando-se uma alternativa para o setor da floricultura.

Sabe-se que o uso da água de esgoto doméstico para a irrigação de girassol influencia no desenvolvimento e produção da cultura. Com isso, o experimento teve como objetivo analisar o uso de água residuária e de abastecimento na produção de girassol ornamental com diferentes lâminas de irrigação.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local de instalação dos experimentos de campo

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação da área experimental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), situada no campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia em Cruz das Almas – BA, (12° 40' 12" S, 39° 6' 7" W, 220 m). Segundo D'Angiolella et al. (1998) o clima da região é classificado como úmido a sub-úmido, a pluviosidade média anual é de 1.143 mm, a umidade relativa e temperatura média anual de 80% e 24°C, respectivamente.

### 2.2 Características do solo

O solo utilizado foi coletado no Campus de Cruz das Almas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. A Tabela 10 apresenta a análise química do solo usado no experimento que foi realizada pelo Laboratório de Análises de Fertilizantes, Solo e Monitoramento Ambiental LTDA (LAFSMA), situado na cidade de Cruz das Almas- BA.

**Tabela 10.** Análise química do solo utilizado no experimento

pH	P	K	M.O.	Ca	Mg	H+Al	Al	Na	S	CTC
(água)	(mgdm <sup>-3</sup> )		(%)	(Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )						
5,0	13	57	1,65	0,80	0,50	3,25	0,10	0,10	1,54	4,79

Segundo Carvalho (2002), este solo é classificado como Latossolo Amarelo coeso A moderado, de baixa fertilidade química e apresentando horizontes subsuperficiais coesos e a análise granulométrica apresentou os seguintes resultados: 181g kg<sup>-1</sup> de argila, 43 g kg<sup>-1</sup> de silte e 776 g kg<sup>-1</sup> de areia. É um solo com característica textural franco arenosa e apresenta densidade de partículas de 2,54 g cm<sup>-3</sup> e densidade aparente de 1,45 g cm<sup>-3</sup>.

### 2.3 Adubação

A adubação orgânica foi realizada antes do plantio para todos os tratamentos, com a adição de 1,5 litros de esterco de curral curtido homogeneizado ao solo, o que é recomendado para flores tropicais por Kämpf (2006).

## 2.4 Estrutura e delineamento experimental

A casa de vegetação utilizada para a condução do experimento foi do tipo arco simples com as seguintes características: 24 m de comprimento, 6 m de largura, pé-direito de 3 m, arco de 9 m. Possuía cobertura de polietileno transparente de baixa densidade com 0,10 mm de espessura, pilares de sustentação confeccionados com eucalipto tratado e toda a lateral revestida por tela de sombreamento ‘sombrite’ 50% de luminosidade (Figura 10).



**Figura 10.** Visão geral da casa de vegetação.

O experimento foi desenvolvido no período de setembro a novembro de 2014. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial de 5x4 com 4 repetições, totalizando 80 unidades (Figura 11).



**Figura 11.** Disposição do experimento na casa de vegetação.

Os tratamentos foram compostos por cinco concentrações de água residuária, sendo as diluições feitas com água de abastecimento local e quatro lâminas da porcentagem da evaporação do tanque Classe A. As irrigações foram realizadas manualmente com o auxílio de uma proveta e mantendo um turno de rega de dois dias.

Na Tabela 11 estão descritos os tratamentos estabelecidos com uso de águas residuárias nas porcentagens de mistura com água de abastecimento.

**Tabela 11.** Descrição dos tratamentos utilizados.

<b>Tratamento</b>	<b>Constituição</b>
T1	0% de água residuária ou 100% de água de abastecimento
T2	25% de água residuária + 75% água de abastecimento
T3	50% de água residuária + 50% de água de abastecimento
T4	75% de água residuária + 25% de água de abastecimento
T5	100% de água residuária

A Tabela 12 apresenta as porcentagens utilizadas da evaporação do tanque Classe A para a obtenção das lâminas de água aplicadas durante todo o experimento.

**Tabela 12.** Porcentagens da evaporação do tanque classe A (%ECA).

<b>LÂMINAS</b>	<b>(%ECA)</b>
L1	70
L2	90
L3	110
L4	130

Todas as 80 unidades experimentais foram compostas por baldes de polietileno com capacidade de 20 litros e preenchidos por 1 kg de brita número zero coberta por uma manta geotêxtil, sobre a manta foi colocado 17 kg de solo misturado com 1,5 litros de esterco de gado curtido. Na base inferior de cada balde havia um orifício onde foi encaixada uma mangueira de 1/4” que ligava o balde a uma garrafa pet com capacidade de 2 litros, servindo para coletar a água drenada.

As lâminas de água foram aplicadas através de medidas diárias da evaporação do tanque Classe A, com o auxílio de um poço tranquilizador com um parafuso micrométrico no centro. Após realizar a leitura do taque eram feitos os cálculos para estimar o volume de água aplicado (Equação 1).

$$V(ml) = (ECA \times Ab \times 1000) \times (\%ECA / 100) \quad (1)$$

Em que:

V– Volume de água aplicado (ml).

ECA - Evaporação do tanque classe A (mm).

Ab - Área da superfície do balde (valor fixo de 0,25m<sup>2</sup>).

%ECA - Porcentagens da evaporação do tanque classe A (Tabela 12).

## 2.5 Cultivar de girassol utilizada no experimento

As sementes utilizadas foram de girassol *Helianthus annuus L. cv. Anão de jardim*, fornecidas pela Empresa “ISLA Sementes” (Figura 12).

A escolha cultivar foi devido à carência de pesquisas caracterizando o desenvolvimento do girassol Anão de jardim e, principalmente, utilizando água residuária para o suprimento da sua necessidade hídrica. Além disso, a cultivar é recomendada para o cultivo em vaso, possui porte inferior, atingindo em média altura entre 40 e 50 cm, quando comparada às demais cultivares de girassol que chegam a medir 2 a 3 m de altura, facilitando assim a realização das análises.



**Figura 12.** Girassol *Helianthus annuus L. cv. Anão de jardim*.

## 2.6 Águas utilizadas: residuária e de abastecimento

A água residuária utilizada no experimento foi obtida através da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Empresa Baiana de Água e Saneamento (EMBASA) do município de Muritiba - BA (Figura 13).



**Figura 13.** Estação de tratamento de esgoto da EMBASA/ Muritiba - BA.

A água residuária foi submetida apenas ao tratamento de sistema de lagoas de decantação realizado pela ETE para reduzir a quantidade de sólidos grosseiros, foi e acondicionada em tanque com capacidade de 5.000 litros para ser utilizada durante o experimento.

A Tabela 13 apresenta as características químicas das águas utilizadas no experimento.

**Tabela 13.** Características das águas utilizadas no experimento.

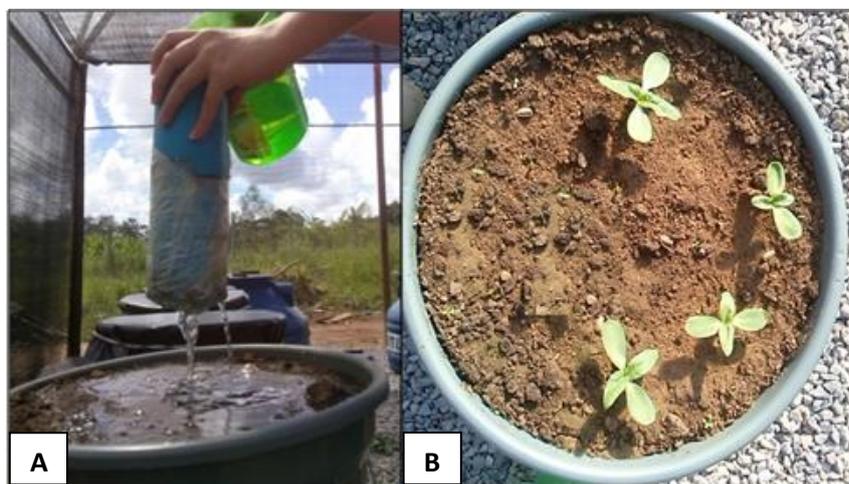
Componentes	Unidades	Água residuária	Água de abastecimento
pH		7,16	6,91
CE <sub>a</sub>	dS m <sup>-1</sup>	1,00	0,35
P	mg L <sup>-1</sup>	0,05	0,01
K	mg L <sup>-1</sup>	29,32	2,90
N	mg L <sup>-1</sup>	21,85	0,80
Na	mg L <sup>-1</sup>	138	15,4
Ca	mg L <sup>-1</sup>	15	14,52
Mg	mg L <sup>-1</sup>	18,96	8,8
Cl	mg L <sup>-1</sup>	175,83	49,22
SO <sub>4</sub>	mg L <sup>-1</sup>	a	24,02
CO <sub>3</sub>	mg L <sup>-1</sup>	p	5,22
HCO <sub>3</sub>	mg L <sup>-1</sup>	238,51	14,65
RAS	(mmol/L) <sup>0,5</sup>	5,55	0,92

a – ausente, p – presente

As diluições foram armazenadas em tanques com capacidade de 500 litros que se localizavam dentro da casa de vegetação. A água de abastecimento era proveniente da EMBASA de Cruz das Almas - BA.

## 2.7 Condução do experimento

As unidades experimentais foram irrigadas com água de abastecimento durante três dias consecutivos. Durante este período os baldes ficaram cobertos por uma lona plástica para evitar a evaporação da água do solo (Figura 14A). Após a drenagem da água, o solo foi considerado no ponto de capacidade de campo; em seguida foram semeadas oito sementes por balde no dia 03 de setembro de 2014. Dez dias após o semeio foi realizado o desbaste, deixando apenas 4 plantas por unidade experimental (Figura 14B).

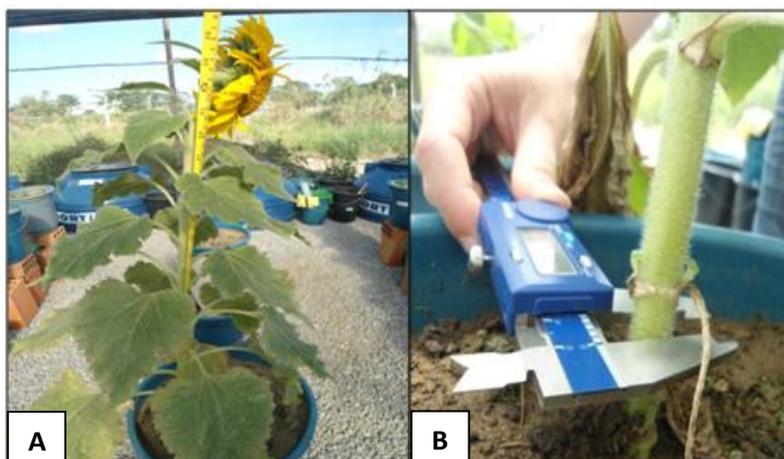


**Figura 14.** Saturação do solo (A) e plântulas de girassol (B).

A primeira irrigação com as respectivas concentrações de água residuária e lâminas ocorreu um dia após o desbaste (DAD), em 14 de setembro de 2014. A primeira avaliação ocorreu aos 10 DAD, onde foi retirada uma planta e desta foram feitas medidas de altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA). Foram realizadas outras retiradas de plantas aos 20 e 35 DAD para avaliações.

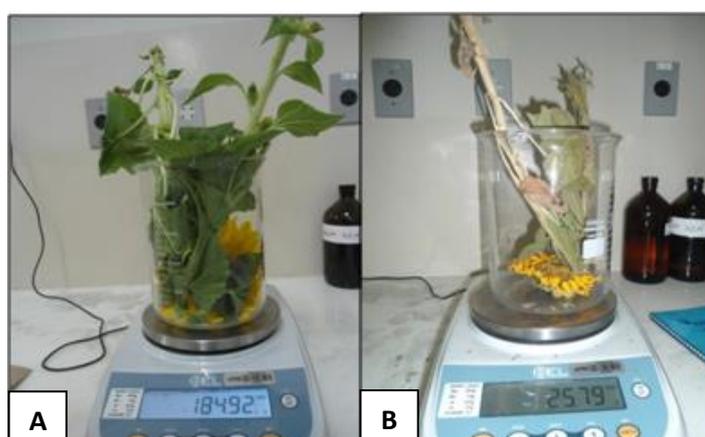
Na última análise as plantas foram retiradas após quatro dias da abertura total dos capítulos. Além das variáveis analisadas nos desbastes anteriores, foram avaliados os dias para a emissão de botões florais (EBF), dias para o início da floração (IF), a abertura total dos capítulos (ATC), os diâmetros internos e externos dos capítulos (DI e DE) e a massa fresca e seca dos capítulos (MFC e MSC).

A AP foi determinada pela medida da distância entre o colo e a inserção do capítulo das plantas (Figura 15A), o DC foi obtido utilizando um paquímetro digital, sendo o ponto de avaliação 5 cm acima do solo (Figura 15B) e o NF foi obtido considerando apenas as folhas com comprimento maior que 3 cm.



**Figura 15.** Medidas da altura de planta (A) e do diâmetro do caule (B) do girassol.

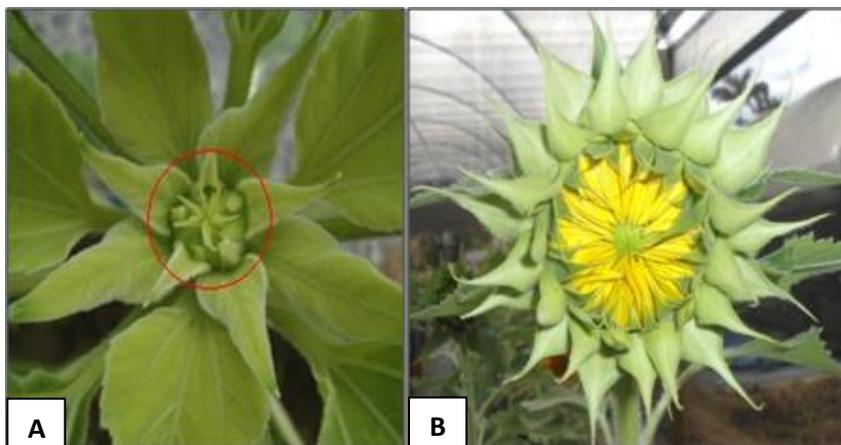
Após as avaliações de AP, DC e NF as plantas foram retiradas dos baldes, levadas para a pesagem, acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas à estufa de secagem a 65°C, onde permaneceram por 72 horas. As pesagens foram realizadas em uma balança digital com duas casas decimais de precisão, obtendo-se a MFPA (Figura 16A) e a MSPA (Figura 16B). Para as plantas que possuíam capítulo, com os mesmos procedimentos foram obtidas a MFC e a MSC.



**Figura 16.** Medidas da massa fresca (A) e seca da parte aérea (B) da cultura do girassol.

Para as variáveis EBF, IF e ATC, foram consideradas as recomendações de Castiglioni et al. (1997), onde o aparecimento de botões é visto no estágio R1, observando a planta de cima e a ocorrência do broto floral semelhante a uma estrela, porém, com

vários ápices (Figura 17A). A fase do início da floração ocorre no estágio R4, que é caracterizado pelo aparecimento das primeiras flores liguladas, que geralmente possuem cor amarela (Figura 17B).



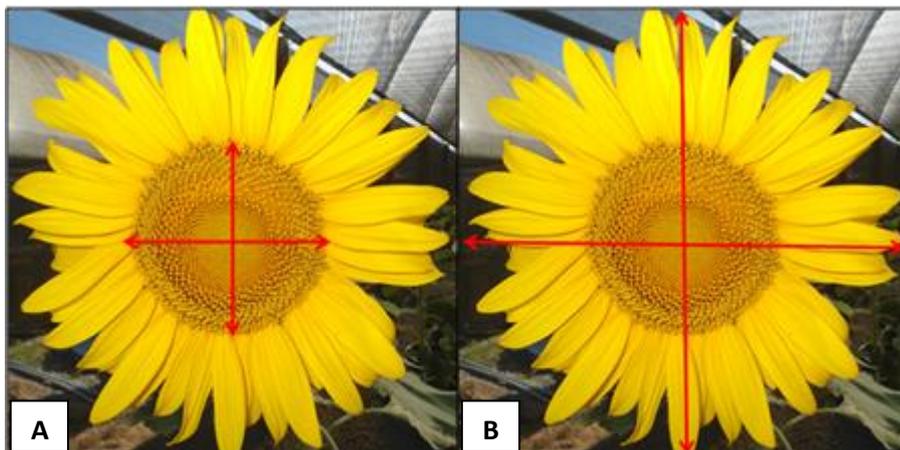
**Figura 17.** Aparecimento do botão floral (A) e início da floração (B) da cultura do girassol.

Castiglioni et al. (1997) afirma que a fase de abertura total do capítulo (ATC) ocorre no estágio R5 em que todas as flores liguladas encontram-se totalmente abertas (Figura 18).



**Figura 18.** Estádio de abertura total do capítulo (ATC) da cultura do girassol.

Para as variáveis diâmetro interno e externo do capítulo (DI e DE), as avaliações foram realizadas considerando as médias aritméticas das medidas na horizontal e na vertical quatro dias após a abertura total dos capítulos, com o auxílio de uma régua transparente (Figura 19).



**Figura 19.** Medidas dos diâmetros internos (A) e externos (B) dos capítulos da cultura do girassol.

## 2.8 Consumo hídrico

O consumo hídrico foi estimado a partir dos dados do volume de água aplicado e drenado, conforme Equação 2:

$$CH = V(ap) - V(dr) \quad (2)$$

Em que:

CH - Consumo hídrico, (L)

V(ap) - Volume aplicado, (L)

V(dr) - Volume drenado, (L)

## 2.9 Controle de pragas e doenças

Para o controle de insetos foram realizadas duas aplicações de extrato de Nim (*Azadirachta índia A. Juss*) aos 4 e 17 DAD, seguindo a recomendação do produto para a concentração mínima de 10ml do extrato diluído em 2 litros de água. Dessa forma reduziu o aparecimento de lagartas e as que surgiram foram retiradas manualmente.

## 2.10 Análises estatísticas

Com o encerramento das avaliações no dia 30 de novembro de 2014, foram realizadas as análises de variância (ANOVA) para verificar a significância dos tratamentos utilizando o teste F do programa estatístico SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

Para os tratamentos e interações que demonstraram significância, foram realizadas análises de regressão.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância da Tabela 14, não houveram efeitos significativos para as interações entre as porcentagens de água residuária e as lâminas das porcentagens da evaporação do tanque classe A para as variáveis altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF).

**Tabela 14.** Resumo da ANOVA para as variáveis: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF).

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		10 DAD	20 DAD	35 DAD	FINAL
AP (cm)					
Água residuária (%)	4	1,6141 <sup>ns</sup>	0,7578 <sup>ns</sup>	50,9797 <sup>ns</sup>	35,9579 <sup>ns</sup>
Lâmina	3	1,2333 <sup>ns</sup>	10,3364 <sup>ns</sup>	16,5208 <sup>ns</sup>	233,0562 <sup>ns</sup>
Água x Lâmina	12	1,2516 <sup>ns</sup>	4,0578 <sup>ns</sup>	21,6692 <sup>ns</sup>	61,2483 <sup>ns</sup>
Resíduo	60	1,7646	5,5052	25,4479	151,2032
CV (%)		21,00	17,26	17,01	18,62
Média geral (cm)		6,3250	13,5937	29,6625	66,0325
DC (mm)					
Água residuária (%)	4	0,1403 <sup>ns</sup>	2,0805 <sup>ns</sup>	10,3874*	6,9067 <sup>ns</sup>
Lâmina	3	1,4136*	2,3433 <sup>ns</sup>	1,5031 <sup>ns</sup>	4,1474 <sup>ns</sup>
Água x Lâmina	12	0,4593 <sup>ns</sup>	0,7606 <sup>ns</sup>	1,0416 <sup>ns</sup>	5,9009 <sup>ns</sup>
Resíduo	60	0,3455	0,8429	0,7914	4,9177
CV (%)		13,74	10,76	7,41	17,89
Média geral (mm)		4,2777	8,5290	12,0035	12,3931
NF					
Água residuária (%)	4	0,3250 <sup>ns</sup>	3,8937 <sup>ns</sup>	12,0500*	86,5750 <sup>ns</sup>
Lâmina	3	0,2833 <sup>ns</sup>	3,1167 <sup>ns</sup>	15,9167*	206,1000*
Água x Lâmina	12	0,9083 <sup>ns</sup>	3,4187 <sup>ns</sup>	3,4583 <sup>ns</sup>	60,4333 <sup>ns</sup>
Resíduo	60	0,7750	2,2667	3,9417	61,8667
CV (%)		11,25	11,38	10,30	26,17
Média geral		7,8250	13,2250	19,2750	30,0500

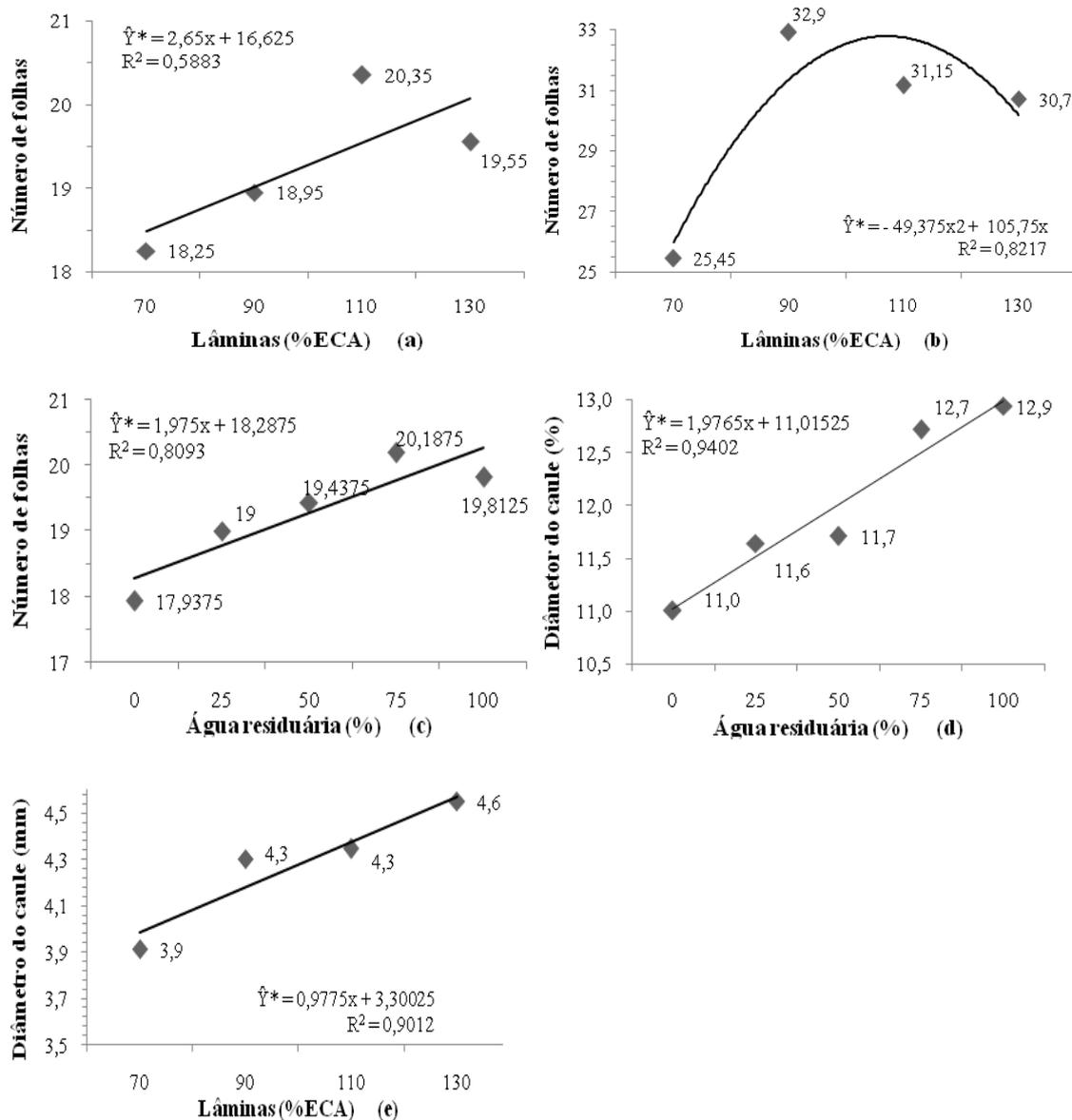
\* - significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade; CV - coeficiente de variação.

A variável AP não apresentou diferença estatística significativa em nenhuma das análises, sendo o coeficiente de variação dos dados (CV) de 21% e a média geral de 6,32 cm aos 10 DAD. Esses valores foram de 18,62% e 66,03 cm para o período final.

Foram observados efeitos significativos das lâminas sobre a variável DC aos 10 DAD; o mesmo ocorreu para a variável NF nos 35 DAD e final das avaliações. Já as

porcentagens de água residuária proporcionaram diferenças estatísticas aos 35 DAD para DC e NF.

Na Figura 20 observam-se os resultados da análise de regressão para as variáveis NF e DC. O modelo da equação que melhor se ajustou a maioria dos resultados foi o linear, com exceção da correlação entre o NF às lâminas no período final que obteve o modelo quadrático (Figura 20b).



**Figura 20.** Valores médios do efeito da lâmina (%ECA) sobre NF aos 35 DAD (a) e período final (b), valores médios do efeito da água residuária (%) sobre NF (c) e DC aos 35 DAD (d), valores médios do efeito da lâmina (%ECA) sobre DC aos 10 DAD (e).

Aos 35 DAD o maior número de folhas se deu ao utilizar a lâmina de 110% da evaporação do tanque Classe A (Figura 20a), apresentando o modelo de ajuste crescente

até esta, e um decréscimo leve na lâmina de 130% da evaporação do tanque Classe A. No período final a lâmina que apresentou o maior número de folhas foi a de 90% da evaporação do tanque Classe A, já nas lâminas superiores correu um pequeno decréscimo.

A porcentagem de água residuária de 75% proporcionou maiores valores para o NF aos 35 DAD, com uma média de aproximadamente 20 folhas e as plantas irrigadas apenas com água de abastecimento apresentaram a menor média com aproximadamente 18 folhas (Figura 20c).

As concentrações de água também causaram efeito significativo sobre o DC aos 35 DAD, proporcionando incremento à medida que aumentou a porcentagem de água residuária. A média máxima obtida foi de 12,9 mm para 100% de água residuária e a mínima de 11,0 mm para o tratamento apenas com água de abastecimento (Figura 20d).

Verificou-se um aumento do diâmetro do caule (DC) medida que aumentou-se as lâminas aplicadas aos 10 DAD, sendo o maior DC obtido pela lâmina de 130% da evaporação do tanque Classe A com valor máximo de 4,6 mm (Figura 20e).

Resultados encontrados por Cerqueira (2006) diferiram dos obtidos neste experimento, pois o autor estudando o uso de água de esgoto doméstico e água de riacho na irrigação de helicônias, verificou que não houve diferenças estatísticas entre os tipos de água para as variáveis AP e NF.

Em relação à interação entre as porcentagens de água residuária e lâminas aplicadas, os resultados foram divergentes dos obtidos por Santos (2010), avaliando cinco níveis de lâmina de água aplicada (60, 80, 100, 120 e 140% da evaporação do tanque Classe A), três tipos de água (água residuária (AR), água pluvial (AP) e mistura contendo 50%AR + 50%AP) e testemunha (solo sem adubação e recebendo 100% da ECA de água pluvial) no cultivo de helicônias. O autor observou que para a altura de plantas houve diferença significativa entre os tipos de água e que as plantas irrigadas com AR e lâmina de 140% da ECA apresentaram os maiores valores médios (73,30 cm). Para o diâmetro do caule (DC) também verificou que a AR proporcionou maiores incrementos com o maior valor (1,58 cm) observado na planta irrigada com AR e lâmina de 140%. Já para a variável NF, o tratamento testemunha que recebeu 100% da ECA foi o que apresentou maior número de folhas (10,8).

Nos resultados encontrados por Andrade (2008) as interações água x lâmina também foram significativas. O autor estudou o cultivo de crisântemos sob 4 condições de reposição da necessidade hídrica (NH) - 100%, 80%, 60% e 40% da NH e utilizando água residuária, combinados com 2 níveis de adubação orgânica - ausência e a presença de

esterco bovino curtido, com 2 testemunhas irrigadas com 100% de NH e água de abastecimento sob adubação orgânica e inorgânica. O autor verificou que para a altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC) e número de folhas (NF) a utilização da água residuária foi melhor, principalmente com irrigação suprimindo 80% da necessidade hídrica do crisântemo.

A Tabela 15 apresenta os resultados das análises de variância para massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA). Nesta pode ser observado que não houve efeito estatisticamente significativo, a 5 % de probabilidade, para a interação entre as porcentagens de água residuária e as lâminas de irrigação, em nenhum dos dias em que foram realizadas as avaliações.

**Tabela 15.** Resumo da ANOVA para as variáveis: massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA).

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		10 DAD	20 DAD	35 DAD	FINAL
MFPA (g)					
Água residuária (%)	4	3,1237 <sup>ns</sup>	78,8501 <sup>ns</sup>	2842,9756*	13618,7496*
Lâmina	3	0,9832 <sup>ns</sup>	151,5443*	113,9966 <sup>ns</sup>	29065,4779*
Água x Lâmina	12	1,9879 <sup>ns</sup>	70,7408 <sup>ns</sup>	143,4181 <sup>ns</sup>	2772,2328 <sup>ns</sup>
Resíduo	60	2,4280	43,1659	170,4120	2683,4180
CV (%)		24,69	23,29	16,07	21,98
Média geral (g)		6,3105	28,2061	81,2367	235,6512
MSPA (g)					
Água residuária (%)	4	0,0205 <sup>ns</sup>	0,5235 <sup>ns</sup>	20,6598*	175,7389 <sup>ns</sup>
Lâmina	3	0,0015 <sup>ns</sup>	0,6825 <sup>ns</sup>	20,6598*	736,0096*
Água x Lâmina	12	0,0100 <sup>ns</sup>	0,5924 <sup>ns</sup>	1,7918 <sup>ns</sup>	111,1839 <sup>ns</sup>
Resíduo	60	0,0126	0,3442	3,3449	120,0275
CV (%)		24,27	26,07	20,39	31,76
Média geral (g)		0,4631	2,2505	8,9701	34,4967

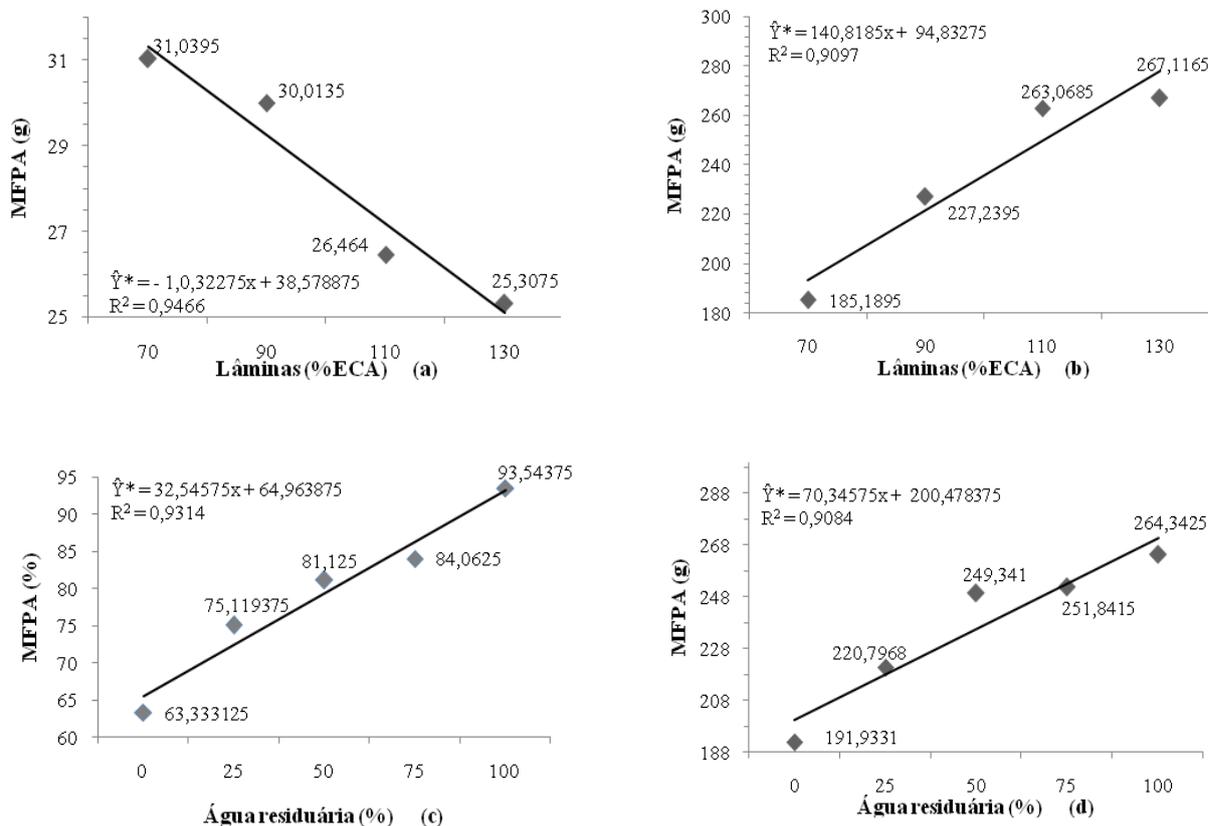
\* - significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade; CV - coeficiente de variação.

Em relação à água residuária, observou-se que houve diferença significativa nos períodos de 35 DAD e final para MFPA. Para MSPA a significância ocorreu apenas aos 35 DAD.

As lâminas proporcionaram efeitos significativos aos 20 DAD e período final para MFPA e aos 35 DAD e no final das avaliações para MSPA. As médias gerais encontradas para estes momentos foram de 235,65 para MFPA e 34,49 g para MSPA.

A Figura 21 apresenta os resultados de regressão para a variável MFPA em função das lâminas aplicadas e das porcentagens de água residuária utilizadas, nos períodos em que foram observados efeitos significativos, com funções lineares adequadas para MFPA em todos os períodos de avaliação. A lâmina correspondente a 70 % da evaporação do tanque Classe A proporcionou 31,04 g de MFPA aos 20 DAD, maior valor entre as lâminas aplicadas (Figura 21a). O modelo linear ajustado foi decrescente, atribuindo que o aumento do volume de água aplicada interferiu negativamente na quantidade de MFPA aos 20 DAD.

No período final de avaliação a produção de MFPA (Figura 21b), diferentemente do que ocorreu aos 20 DAD, obteve-se ajuste linear crescente com maior média conferida com lâmina correspondente a 130 % da evaporação do tanque Classe A.

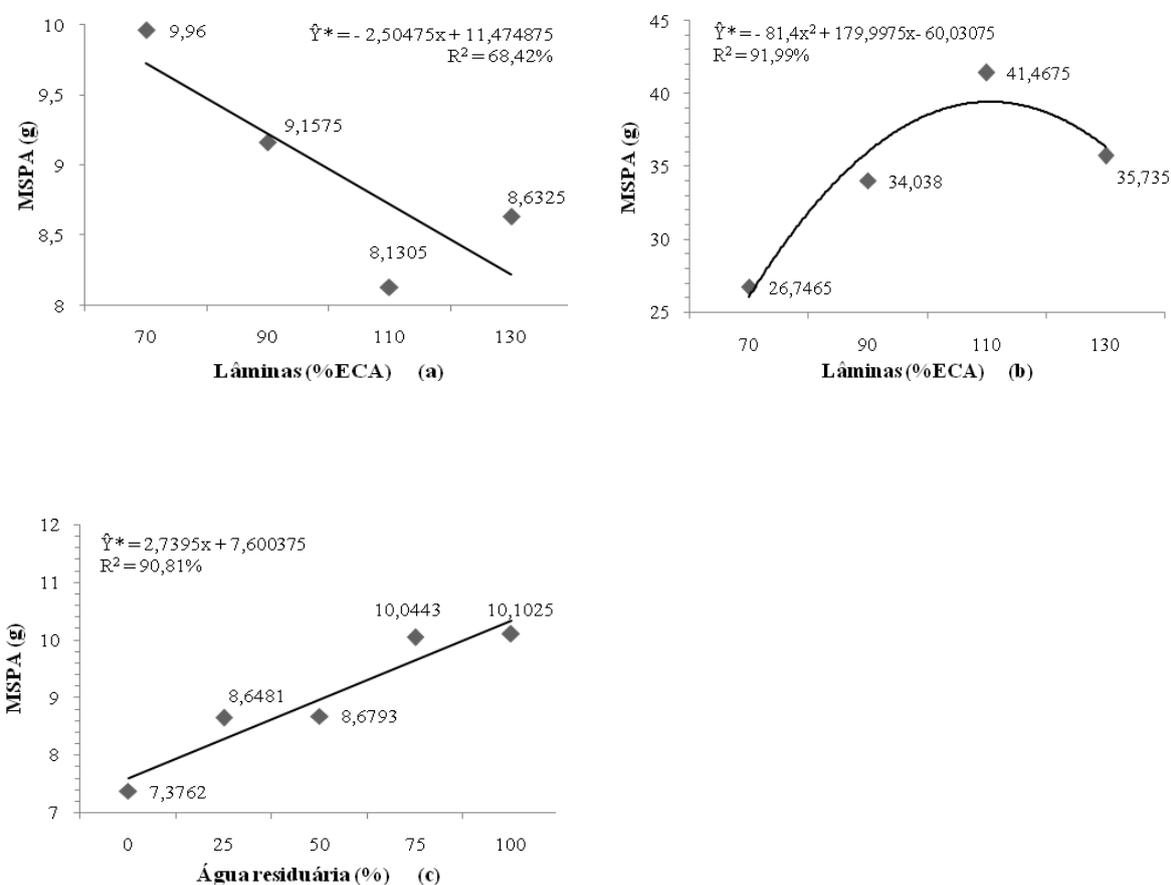


**Figura 21.** Valores médios do efeito da lâmina (%ECA) sobre MFPA aos 20 DAD (a) e período final (b), valores médios do efeito da água residuária (%) sobre MFPA aos 35 DAD (c) e período final (d).

A porcentagem de água residuária de 100% promoveu as maiores médias para produção de MFPA aos 35 DAD (Figura 21c) e no período final (Figura 21d). Para o tratamento que foi constituído por apenas água de abastecimento (0%) médias de MFPA foram inferiores em relação às obtidas nas demais porcentagens de água residuária.

Mostra-se com isso que o incremento na MFPA ocorreu à medida que a porcentagem da água residuária foi elevada.

Na Figura 22 estão apresentados os modelos por regressão para MSPA em função das lâminas aplicadas e das porcentagens de água residuária utilizadas. Nos dois últimos períodos de avaliações das plantas (35 DAD e final) houve efeito significativo das lâminas aplicadas sobre a MSPA, porém, aos 35 DAD o modelo linear ajustado foi decrescente a medida que a lâmina aumentava (Figura 22a). No período final das avaliações o modelo quadrático ajustado foi crescente até a lâmina de 110% da evaporação do tanque Classe A, sendo esta a lâmina que proporcionou a maior média de MSPA. (Figura 22b).



**Figura 22.** Valores médios do efeito da lâmina (%ECA) sobre MSPA aos 35 DAD (a) e período final (b) e efeito da água residuária (%) sobre MSPA aos 35 DAD (c).

O efeito decrescente proporcionado pelo aumento das lâminas ocorrido no período de 20 DAD para MFPA (Figura 21a) e aos 35 DAD para MSPA (Figura 22a) pode ser explicado pelo efeito da saturação do solo e, conseqüentemente, a redução do oxigênio disponível para o sistema radicular, quando foram utilizadas as lâminas acima de 100% da evaporação do tanque Classe A (Tabela 18). Corroboram com essa explicação a

observação de trabalhos com anoxia do sistema radicular do girassol que demonstram que esta cultura é extremamente sensível nas fases iniciais de crescimento (LOOSE, 2013).

A anoxia é conhecida na literatura por causar estresse hídrico na planta uma vez que a capacidade de absorção do sistema radicular é impedida (efeito do oxigênio na ação das aquaporinas). A anoxia radicular também envolve acumulação de nível tóxico de  $\text{NO}_2$ , Mn, F,  $\text{H}_2\text{S}$  e resíduos de ácidos e ácido butílico (DREW, 1999).

O estresse hídrico causado pela anoxia possui efeito mais rápido que o causado por falta de água devido aos mecanismos de adaptação da planta ao déficit hídrico por falta de água, como por exemplo, o controle estomatal da perda de água, o ajustamento osmótico e o hidrotropismo positivo do sistema radicular.

No período final de avaliação a produção de MFPA e MSPA, diferentemente do ocorrido aos 20 e 35 DAD, apresentou efeito crescente em função das lâminas aplicadas e este resultado pode ter ocorrido devido a maior duração do estágio vegetativo, pois as plantas irrigadas com a menor lâmina iniciaram primeiro a floração. Provavelmente houve uma redistribuição da relação fonte-dreno das plantas irrigadas com as maiores lâminas de água. Como o sistema radicular foi inibido a parte aérea foi estimulada.

A Figura 22c apresenta a regressão para os dados de MSPA em função das porcentagens de água residuária aos 35 DAD, observando que o modelo linear ajustado foi crescente proporcionando efeito positivo com o aumento da porcentagem de água residuária aplicada.

Em relação a água residuária, os resultados do presente trabalho são semelhantes aos encontrados por Nobre et al. (2008), que estudando o vigor de girassol irrigado com água residuária, não verificaram efeitos significativos para fitomassa fresca total ( raiz e parte aérea) , porém, foram encontrados resultados para fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) com uma superioridade de 33,63% para as plântulas irrigadas com água residuária.

Os resultados do período final deste experimento corroborando com os encontrados por Santos (2010) utilizando três tipos de água (residuária, pluvial e mistura) e cinco lâminas da porcentagem de evaporação do tanque Classe A no cultivo de heliconias; o autor observou que independentemente do tipo de água as lâminas proporcionaram acréscimos na massa seca da parte aérea e total havendo, porém, diferença significativa entre os tipos de água também para a massa total, nesse caso, com os maiores valores observados no tratamento onde foi realizada irrigação com água residuária e mistura.

Resultados semelhantes aos deste trabalho também foram encontrados por Souza (2009), estudando o uso de dois tipos de água (residuária e abastecimento) e quatro dozes

de húmus de minhoca no cultivo de girassol; o autor constatou que as fitomassas das plantas irrigadas com água residuária acumularam maior fitomassa em relação às plantas irrigadas com água de abastecimento em 213,64% para fitomassa fresca da parte aérea e 159,44% para fitomassa fresca total. O mesmo autor verificou que para fitomassa seca da parte aérea os resultados indicaram uma superioridade na ordem de 166,74% para as plantas irrigadas com água residuária sobre as plantas irrigadas com água de abastecimento.

Resultados em relação a lâmina aplicada encontrados no período final das avaliações do presente trabalho são semelhantes aos encontrados por Nobre et al. (2009) estudando o cultivo de girassol; constataram com base nas equações de regressão, resposta linear crescente com as reposições hídricas aplicadas sobre as fitomassas fresca e seca da parte aérea (FFPA e FSPA). Também verificaram acréscimos de 328% da FFPA e 280,8% para FSPA das plantas, ou seja, incremento de 82,0 e 70,2%, respectivamente, por intervalo de 20% de reposição da necessidade hídrica analisada no experimento. Os mesmos autores observaram um acréscimo de fitomassa seca da parte aérea de 70,2% por intervalo de 20% de reposição hídrica com água residuária na cultura do girassol; além disso, registraram um incremento de 280,8% de matéria seca total comparando os níveis de reposição menor (40%) e o maior (120%).

A Tabela 16 apresenta os resultados da ANOVA para as variáveis emissão do botão floral (EBF), início da floração (IF) e abertura total dos capítulos (ATC). Observou-se que não houve diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,05$ ), para as variáveis em relação a porcentagem de água residuária, lâminas aplicadas ou a interação entre os dois.

**Tabela 16.** Resumo da ANOVA para as variáveis: emissão do botão floral (EBF), início da floração (IF) e abertura total do capítulo (ATC).

Causas de variação	GL	Quadrado médio		
		EBF	IF	ATC
Água residuária (%)	4	23,8625 <sup>ns</sup>	11,6687 <sup>ns</sup>	12,7000 <sup>ns</sup>
Lâmina	3	41,4833 <sup>ns</sup>	59,6833 <sup>ns</sup>	75,4333 <sup>ns</sup>
Água x Lâmina	12	31,3792 <sup>ns</sup>	48,2771 <sup>ns</sup>	38,4750 <sup>ns</sup>
Resíduo	60	42,8583	53,8417	54,4667
CV (%)		21,66	15,00	14,27
Média geral		30,2250	48,9250	51,7000

\* - significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade; CV - coeficiente de variação.

A cultivar de girassol Anão de jardim teve a emissão de botão floral (EBF), aproximadamente aos 30 DAD e o início da floração (IF) ocorreu, em média, aos 49 DAD. O tempo médio entre EBF e IF foi de 19 dias.

A abertura total do capítulo (ATC) ocorreu, aproximadamente, aos 52 DAD. O total de dias entre EBF e ATC foi de 22 dias e entre IF e ATC foi de 3 dias. Estas variações de dias encontram-se dentro dos padrões do desenvolvimento da cultivar.

Resultados encontrados por Andrade (2011), em trabalho com a produção agroecológica de flores de girassol colorido irrigado com água residuária tratada, comparando diversos genótipos e com água abastecimento e água residuária, registram que não houve diferenças estatísticas para o fator água e nem para interação entre água e genótipo para as variáveis de aparecimento do botão floral (APBF), início da floração (IF) e abertura total do botão (ABTOT). Porém, verificou-se que a diferença de dias entre APBF e IF foi de aproximadamente 20 dias com o uso de água de abastecimento e 15 dias com o uso água residuária. Em relação a IF e ABTOT, foram de 2,54 dias e 2,58 dias para a aplicação de água de abastecimento e água residuária, respectivamente. Esses resultados que se assemelham aos apresentados no presente trabalho.

A Tabela 17 apresenta a ANOVA para as variáveis diâmetro interno e externo (DI e DE) e massa fresca e seca do capítulo (MFC e MSC). De acordo com os dados, não se verificou efeito significativo para as interações (água x lâminas), em relação as variáveis.

**Tabela 17.** Resumo da ANOVA para as variáveis: diâmetro interno e externo do capítulo (DI e DE) e massa fresca e seca do capítulo (MFC e MSC).

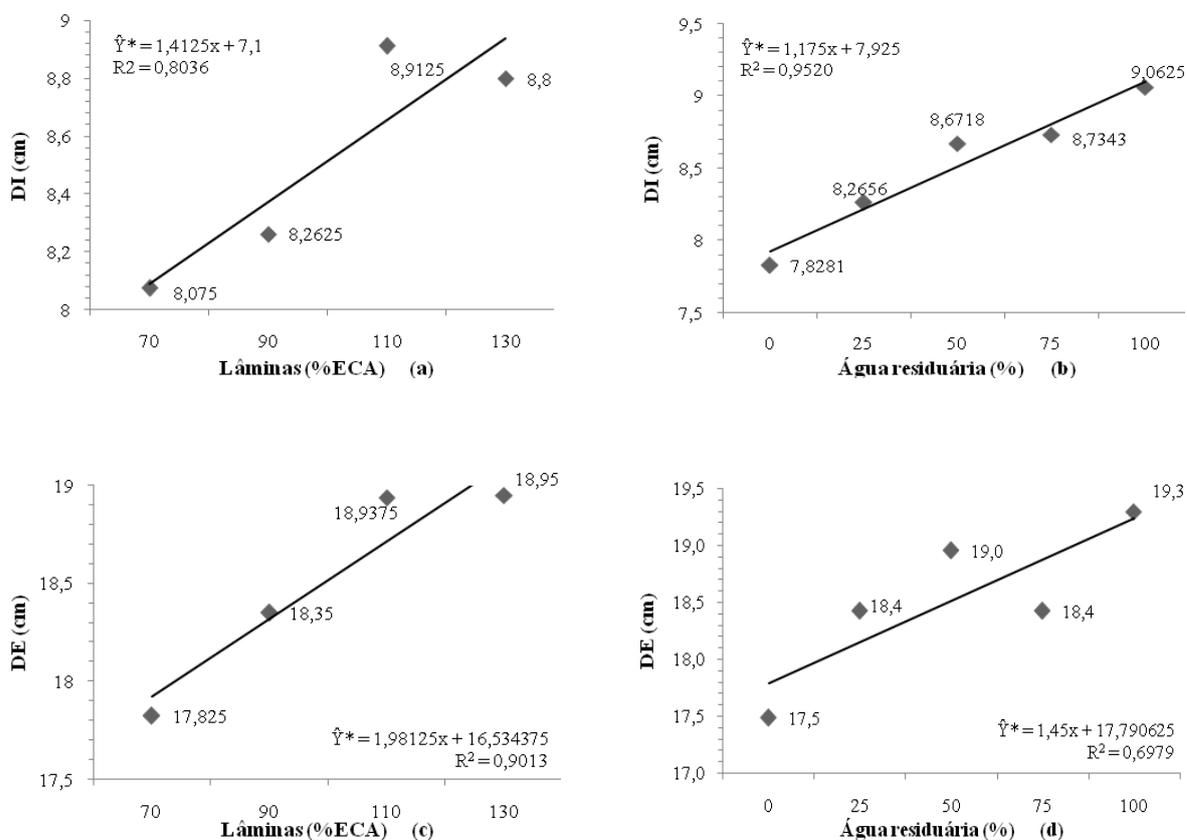
Causas de variação	GL	Quadrado médio	
		DI (cm)	DE (cm)
Água residuária (%)	4	3,6258*	7,5312*
Lâmina	3	3,3104*	5,8070*
Água x Lâmina	12	0,9575 <sup>ns</sup>	1,7042 <sup>ns</sup>
Resíduo	60	0,7385	1,7674
CV (%)		10,10	7,18
Média geral	(cm)	8,5125	18,5156
		MFC	MSC
Água residuária (%)	4	1401,9253*	15,9910 <sup>ns</sup>
Lâmina	3	1716,9872*	39,8374*
Água x Lâmina	12	290,4650 <sup>ns</sup>	8,7037 <sup>ns</sup>
Resíduo	60	234,5085	12,4043
CV (%)		17,66	30,38
Média geral	(g)	86,7179	11,5940

\* - significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo a 5% de probabilidade; CV - coeficiente de variação.

Para as variáveis DI e DE houveram diferenças estatísticas para as porcentagens de água residuária e as lâminas e o mesmo foi verificado para a variável MFC. A MSC apresentou efeito significativo apenas entre as lâminas aplicadas.

As médias gerais apresentadas pelos diâmetros foram de 8,51 e 18,51 cm para DI e DE respectivamente, para MFC e MSC as médias foram de aproximadamente 76,71 e 11,59 g, respectivamente.

A Figura 23 apresenta os resultados da análise de regressão para as variáveis DI e DE, em função das lâminas aplicadas e das porcentagens de água residuária.



**Figura 23.** Valores médios do efeito da lâmina (%ECA) sobre DI (a) e DE (c), valores médios do efeito da água residuária (%) sobre DI (b) e DE (d).

O diâmetro interno (DI) dos capítulos sofreu a influência das lâminas aplicadas, sendo a média superior (8,91 cm) proporcionada pela lâmina de 110 % da evaporação do tanque Classe A (Figura 23a). A variável DI foi afetada de forma crescente pelas concentrações de água residuária, sendo a média máxima de 9,06 cm (Figura 23b).

Para a variável DE, as lâminas aplicadas e porcentagens de água residuária apresentaram modelos lineares crescentes com médias superiores de 18,95 cm para lâminas e 19,3cm para água, e mínimas de 17,82 cm e 17,5cm, respectivamente (Figura 23c e 23d).

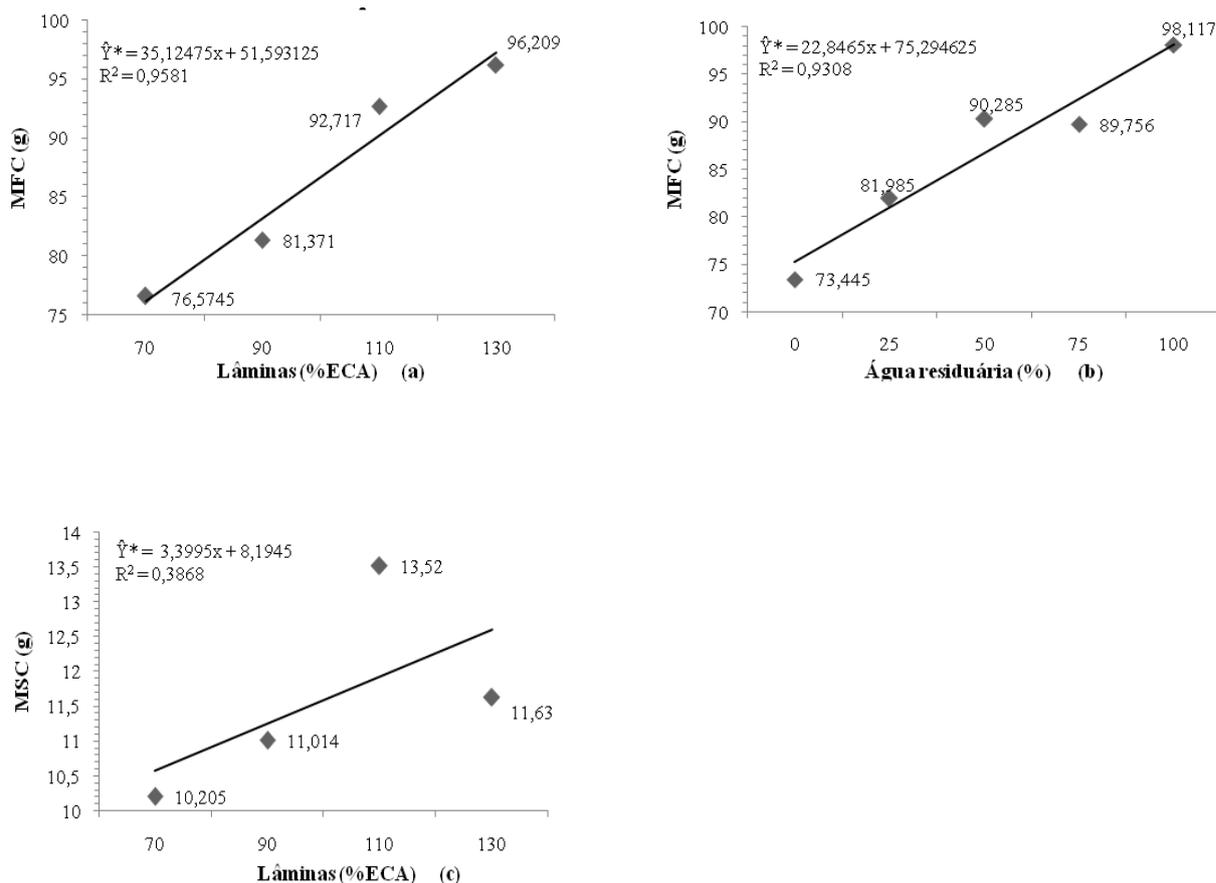
Resultados diferentes foram encontrados por Medeiros et al. (2007), trabalhando com quatro lâminas de águas residuárias de origem urbana (75; 100; 125 e 150% da evapotranspiração da cultura) na produção de gérbera (*Gerbera jamesonni*). Os autores observaram diâmetro médio foi de 12 cm, comparando esse valor com os apresentados pela BioLab (13 cm), verificaram também que a aplicação de água residuária produziu flores com diâmetro ligeiramente inferior (7,69%).

Os resultados de Souza (2009) são semelhantes aos encontrados no presente trabalho, pois o autor observou que o fator água de irrigação proporcionou efeito significativo ( $p < 0,01$ ) em favor das plantas de girassol irrigadas com água de reúso promovendo um incremento no DE de 45,11% e no DI de 67,38% em relação às plantas irrigadas com água de abastecimento. O mesmo ocorreu com os resultados de Silva et al. (2007), trabalhando com a cultura do girassol sob diferentes lâminas de irrigação, pois 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, DC e igual a 16,9 e 17,6 cm, assim como DI médio de 7,2 cm, com lâmina de 130% de reposição da evaporação do tanque Classe A.

Na Figura 24 apresenta os resultados de MFC e MSC em função das lâminas da porcentagem de evaporação do tanque Classe A, bem como em função da concentração da água residuária. A equação matemática que melhor ajustou aos resultados das duas variáveis foi a do modelo linear.

A MFC foi afetada de forma crescente com as lâminas aplicadas e as porcentagens de água residuária. As médias máximas obtidas para os dois fatores foram de 96,2 g para a lâmina de 130% da evaporação do tanque Classe A (Figura 24a) e 98,11 g para 100% de água residuária (Figura 24b).

Para a variável MSC houve efeito das lâminas aplicadas, com um crescimento até a lâmina de 110% da evaporação do tanque Classe A e um decréscimo na lâmina de 130% da evaporação do tanque Classe A, sendo que a média superior foi de 13,52 g para a lâmina de 110% da evaporação do tanque Classe A e a inferior (10,2 g) para a lâmina de 70% da evaporação do tanque Classe A (Figura 24c). Porém, o ajuste linear não foi satisfatório ( $R^2 = 0,3868$ ).



**Figura 24.** Valores médios do efeito da lâmina (%ECA) sobre MFC (a), valores médios do efeito da água residuária (%) sobre MFC (b) e valores médios do efeito da lâmina (%ECA) sobre MSC (c).

Nobre et al. (2010) encontraram resultados semelhantes aos do presente trabalho, estudando a produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica, pois obtiveram um incremento de 6,5% da fitomassa fresca do capítulo (FFcap) por aumento unitário (%) da reposição hídrica, alcançando, com 120% da necessidade hídrica da cultura, uma fitomassa de 225,71 g. Verificaram também, com base nos resultados da FFcap, a importância do suprimento hídrico para o desenvolvimento da planta e supõem que o efluente doméstico contribuiu como fornecedor de nutrientes às plantas.

Corroborando com os resultados do presente trabalho, Castro et al. (2006) estudando girassol (híbrido Morgan 738), constataram 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 sem estresse 30 g.

No presente estudo, o incremento que ocorreu devido ao aumento nas porcentagens de água residuária para as variáveis de desenvolvimento da planta NF, DC, MFPA, MSPA,

DI, DE MFC e MSC pode ser explicado devido a quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas, principalmente o nitrogênio, existentes nas águas residuais.

Observando a Tabela 13 apresentada da metodologia verifica-se que a quantidade de nitrogênio existente na água residuária utilizada no presente trabalho é de 21,85 mg L<sup>-1</sup>, chegando a ser aproximadamente 96,34% superior a quantidade de nitrogênio presente na água de abastecimento. Segundo Telles (2003), os efluentes podem conter de 15 a 35 miligramas de nitrogênio. Este nutriente é um dos mais exigidos pelo girassol, se acumulado principalmente no caule e nas folhas e sua absorção é mais intensa no começo do ciclo vegetativo, portanto, é importante que a planta encontre esse nutriente em forma facilmente assimilável (ROSSI, 1998). De acordo com Ordonez, (1990), o nitrogênio pode ser transformado em um composto orgânico que é acumulado nas folhas e caules, depois este é translocado para os grãos e sementes. O mesmo autor cita que uma nutrição nitrogenada adequada pode promover um bom desenvolvimento foliar antes da floração.

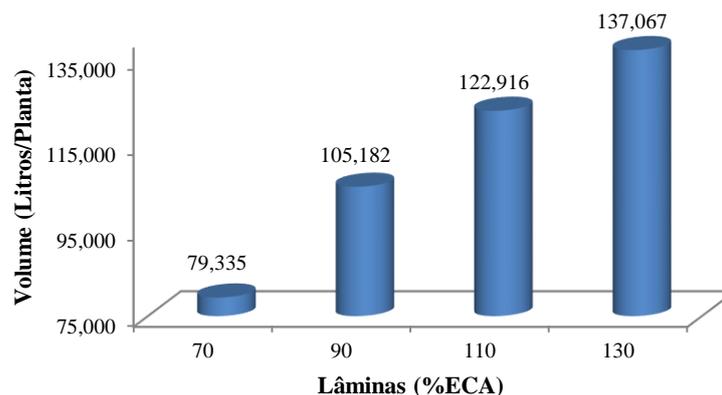
### Consumo hídrico

A Tabela 18 apresenta os dados da média da evapotranspiração estimada da cultura (ETc) e a ETc que foi aplicada por lâmina em cada período da cultura, utilizando o Kp de 0,7 e os valores de kc recomendados por Gomes (2005).

**Tabela 18.** Médias da evapotranspiração da cultura (ETc) e das ETc aplicada por lâmina (mm).

<b>Período</b>	<b>ETc (mm)</b>	<b>70%</b>	<b>90%</b>	<b>110%</b>	<b>130%</b>
Inicial	0,451	0,316	0,406	0,496	0,586
Vegetativo	1,634	1,144	1,471	1,798	2,125
Florescimento	1,190	0,833	1,071	1,309	1,547

Na Figura 25 observa-se que a lâmina de 130% da evaporação do tanque Classe A foi a que proporcionou o maior consumo hídrico e a lâmina de 70% foi a que obteve o menor consumo, como já era esperado.



**Figura 25.** Valores médios do consumo hídrico por lâmina da porcentagem da evaporação do tanque Classe A (%ECA).

O consumo hídrico para os tratamentos onde aplicaram-se lâminas de 70, 90, 110 e 130% da evaporação do tanque Classe A foi de 317,34; 420,73; 491,66 e 548,27 mm, respectivamente. Esses valores ocorreram em todo ciclo (72 dias), para as respectivas lâminas de 4,41; 5,84; 6,83 e 7,81 mm dia<sup>-1</sup>. A lâmina de 110% da evaporação do tanque Classe A foi a que proporcionou os melhores resultados em relação maioria das variáveis de desenvolvimento das plantas.

Segundo Acosta (2009), as necessidades hídricas da cultura do girassol não estão bem definidas, podendo variar de 200 mm a 900 mm por ciclo. Usualmente tem-se admitido uma faixa entre 500 a 700 mm de água, bem distribuída ao longo do ciclo e obtendo resultados com rendimento próximo ao máximo. O mesmo autor trabalhando com determinação do consumo hídrico da cultura do girassol (Catissol I) irrigada nas condições climáticas da região da Chapada do Apodi – RN, para cada fase de desenvolvimento fenológico e ao longo do ciclo de produção da cultura no total de 91 dias, verificou que foi aplicado 626,4 mm de água o que totalizaria 6,88 mm dia<sup>-1</sup>.

Silva et al. (2007), trabalhando com duas cultivares de girassol (H250 e H251) irrigadas com lâminas de 0, 75, 100 e 130% da evapotranspiração estimada para a cultura correspondendo, respectivamente, às lâminas de água de 117,20, 350,84, 428,70 e 522,1 mm. Observaram que a lâmina de 130% Etc (522,14 mm) foi a que proporcionou um aumento significativo principalmente na altura das plantas.

Os diferentes resultados obtidos no presente trabalho em relação aos trabalhos citados, para a necessidade hídrica ou consumo hídrico da cultura do girassol, podem ser explicados devido às características das cultivares. Estas, segundo Castiglioni et. al.

(1994), apresentam uma grande diversificação de características fenotípicas, com diâmetros do caule variando de 15 a 90 mm, altura entre 0,4 e 4 m, número de folhas de 8 a 70 e o diâmetro do capítulo de 6 a 50 cm.

#### 4 – CONCLUSÕES

1. O uso da água residuária favoreceu o desenvolvimento da cultura do girassol principalmente quando utilizada a concentração de 100%.
2. As variáveis de crescimento e produção apresentaram médias inferiores quando procedeu-se a irrigação apenas com água de abastecimento.
3. Os dias de emissão do botão floral, início da floração e abertura total do capítulo não foram influenciadas estatisticamente pela aplicação de água de abastecimento ou água residuária nos tratamentos estudados.
4. A lâmina de 110% da evaporação do tanque Classe A, com uma média de 6,83 mm dia<sup>-1</sup> foi a que apresentou maiores médias para variáveis NF, DC, MFPA, MSPA, DI, DE, MFC e MSC, principalmente nos períodos de 35 DAD e final.

## REFERÊNCIAS

ACOSTA, J. F. Consumo hídrico da cultura do girassol irrigada na região da Chapada do Apodi – RN. **Dissertação (Mestrado)**. Campina Grande: UFCG, 56p, 2009.

ANDRADE, L. O. Utilização de água residuária e adubo orgânico na cultura do crisântemo. 2008. 129p. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Campina Grande – PB, 2008.

ANDRADE, L. O. Produção agroecológica de flores de girassol colorido irrigado com água residuária tratada 2011. **Tese (Doutorado)**. Universidade Federal de Campina Grande – PB, 2011.

BIXIO, D.; THOEYE, C.; KONING, DE J.; JOKSIMOVIC, D.; SAVIC, D.; WINTGEMS, T.; MELIN, T. Wastewater reuse in Europe. **Desalination**, v. 187, p. 89–101, 2006.

CARVALHO, S. R. L.; REZENDE, J. O.; FERNANDES, J. C.; PEREIRA, A.P. Caracterização e avaliação de leguminosas e gramíneas com alto poder relativo de penetração de raízes em solo coeso dos tabuleiros costeiros do recôncavo baiano - Etapa I. **Revista Magistra**, Cruz das Almas, v. 14, n. 1, 2002. Disponível em: <http://www.magistra.ufrb.edu.br/publica/magist14/02-14-04c.html>. Acesso em 15 de julho de 2014.

CASTIGLIONI, V.B.R.; CASTRO, C.; BALLA, A. Avaliação de genótipos de girassol em ensaio intermediário (1992/93), Londrina- PR. In: **Reunião Nacional de Girassol**. Goiânia: IAC, p.37, 1993.

CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, DE C.; SILVEIRA, J. M. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol**. 1. ed. Londrina:EMBRAPA-CNPS, 26 p, 1997.

CASTRO, C. De.; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, R. F.; DECHEN, A. R. Boro e estresse hídrico na produção do girassol. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.2, p.214-220, 2006.

CERQUEIRA, L. L. Aplicação de efluente de estação de tratamento de esgoto doméstico na irrigação de plantas ornamentais. 2006. 65 f. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2006.

D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T. ; COELHO, E. F. Tendências climáticas para os Tabuleiros Costeiros da região de Cruz das Almas, BA. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras, SBEA, v. 1, p.43-45, 1998.

DREW, M.C. Oxygen deficiency and root metabolism injury and acclimatation under hypoxia and anoxia. **Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v.48, p.223-250, 1999.

DURHAM, B.; RINCK-PFEIFFER, S.; GUENDERT, D. integrated water management through reuse and aquifer recharge. **Desalination**, v. 152, p. 333-338, 2002.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: Computer statistic analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GOMES, E. M. Parâmetros básicos para a irrigação sistemática do girassol (*Helianthus annuus* L.). 2005. 117f. **Tese (Doutorado)** – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 2005.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reúso de água**. São Paulo: Manole. p. 37-95, 2003.

KÄMPF, A. N.; TAKANE, R. J.; SIQUEIRA, P. T. V. **Floricultura: Técnicas de preparo de substratos**. 1. ed. Brasília: LK Editora e Comunicação, v.1.132 p, 2006.

KANTANOLEON N, ZAMPETAKIS L, MANIOS T. Public perspective towards wastewater reuse in a mediumsize, seaside, Mediterraneancity: A pilotsurvey. In **Resources Conservation & Recycling**, 2006.

LOOSE, L. H. Emergência no crescimento inicial de plantas de girassol sob excesso hídrico. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Santa Maria – RS, 2013.

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, 4p. Comunicado Técnico, 208. 2009.

MEDEIROS, S.S.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Uso de água residuária de origem urbana no cultivo de gérberras: efeito nos componentes de produção. **Revista Engenharia. Agrícola, Jaboticabal**, v.27, n.2, p.569-578, maio/agosto. 2007.

MILLER, G. W. Integrated concepts in water reuse: managing global waterneeds. **Desalination**, v. 187, p. 65–75, 2006.

NOBRE, R. G.; ANDRADE, L. O.; SOARES, F. A. L. ; GHEYI, H. R.; FIGUEIREDO, G. R. G.; SILVA, L. A. da . Vigor do girassol (*Helianthus annuus* L.) sob diferentes qualidades de água.Brasília-DF. **Educação Agrícola Superior**, v.23, n.01, p.58-60, 2008.

NOBRE, R. G. GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O.; NASCIMENTO, E. C. S. Crescimento do girassol irrigado com água residuária e adubação orgânica. **Revista DAE**, v. 3, p.50-60, 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 de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.7, p.747–754, 2010.

ORDONEZ A. A. **El cultivo Del girasol**, Madrid: Ediciones Mundi – Prensas, p.29 – 69, 1990.

POLLICE, A.; LOPEZ, A.; LAERA, G.; RUBINO, P.; LONIGRO, A. Tertiary filtered municipal wastewater as alternative water source in agriculture a field investigation in Southern Italy. **Sci. Tot. Eenvt.**, 324: 201-210, 2004.

ROSSI, R. O. **Girassol**. Curitiba: Ed. Tecnoagro, 1998. 333 p.

SANTOS, O. S. N. Uso de águas residuárias na produção de heliconias em casa de vegetação. 2010. 82p. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – Cruz das Almas- BA, 2010.

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.

SOUZA, M de S. Cultivo de girassol para corte sob irrigação com água residuária e doses de matéria orgânica. 2009. 103p. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Campina Grande – PB, 2009.

SOUZA, M. de S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. DA S.; SOARES, F. A. L. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n.2, p. 125-133, 2010.

STENEKES, N., COLEBATCH, H. K., WAITE, T. D., ASHBOLT, N. J. Risk and Governance in Water Recycling. **PublicAcceptance Revisited. Science, Technology & Human**. Values 31(2): 107-134, 2006.

TELLES, D. D'A. Aspectos da utilização de corpos d'água que recebem esgoto sanitário na irrigação de culturas agrícolas. In: NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. São Paulo: Edgard Blücher. p. 461-483. 2003.

WINROCK INTERNATIONAL ÍNDIA. **Urban wastewater: livelihoods, health and environmental impacts in Índia**. Colombo: IWMI. 2007. p.22. Research Report. Net. Disponível: <[http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files\\_new/research\\_projects/Urban%20Wastewater-Full\\_Report.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/research_projects/Urban%20Wastewater-Full_Report.pdf)> Acesso em: 17/12/2014.

ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.425-433, 2010.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura é atividade humana que mais consome água no mundo, e por isso é a primeira a ser afetada pela insuficiência de água, diminuindo assim a produção de alimentos. O uso de águas de qualidade inferior pode se tornar uma alternativa economicamente viável, ambientalmente sustentável, eficaz para o uso racional da irrigação, principalmente para o semiárido brasileiro.

Nesse contexto, considera-se a importância de estudos que tratam da utilização de água residuária como alternativa de suprimento hídrico na agricultura, principalmente em regiões onde há escassez de água.

Os resultados encontrados neste trabalho apontam que o uso da água residuária para irrigação das cultivares de girassol Anão de jardim e Sol noturno foi eficaz, proporcionando médias superiores quando comparadas ao tratamento em que as plantas eram irrigadas apenas com água de abastecimento. A lâmina que gerou melhores resultados foi a de 110% da porcentagem da evaporação do tanque Classe A para a maioria das variáveis, demonstrando a demanda hídrica da cultivar Anão de jardim.

Esses resultados evidenciam quanto é importante a utilização de águas de qualidades inferiores (residuárias) para a prática da irrigação. Por meio do uso destas, é possível atender a necessidade hídrica da cultura do girassol e ao mesmo tempo fornecer nutrientes essenciais para desenvolvimento da planta.