



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA**

LUNARA GLEIKA DA SILVA RÊGO

**USO DE EFLUENTE DA PISCICULTURA NA PRODUÇÃO DE GIRASSOL
ORNAMENTAL**

MOSSORÓ

2018

LUNARA GLEIKA DA SILVA RÊGO

**USO DE EFLUENTE DA PISCICULTURA NA PRODUÇÃO DE GIRASSOL
ORNAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Linha de Pesquisa: Manejo de solo e água na agricultura

Orientador: Prof. Dr. Neyton de Oliveira Miranda

Co-orientador: Dr. Nildo da Silva Dias

MOSSORÓ, RN

Janeiro de 2018

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

R11u Rêgo, Lunara Gleika da Silva.
USO DE EFLUENTE DA PISCICULTURA NA PRODUÇÃO DE
GIRASSOL ORNAMENTAL / Lunara Gleika da Silva
Rêgo. - 2018.
48 f. : il.

Orientador: Neyton de Oliveira Miranda .
Coorientador: Nildo da Silva Dias .
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Manejo de Solo e Água, 2018.

1. Helianthus annuus L. 2. águas residuárias.
3. floricultura. 4. aquicultura. I. Miranda ,
Neyton de Oliveira , orient. II. Dias , Nildo da
Silva , co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LUNARA GLEIKA DA SILVA RÊGO

**USO DE EFLUENTE DA PISCICULTURA NA PRODUÇÃO DE GIRASSOL
ORNAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Linha de Pesquisa: Manejo de solo e água na agricultura

Defendida em: 17, 01, 2018.

BANCA EXAMINADORA

Neyton Miranda

Prof. Dr. Neyton de Oliveira Miranda (UFERSA)
Presidente

Nildo da Silva Dias

Prof. Dr. Nildo da Silva Dias (UFERSA)
Membro Examinador

Kaline Dantas Travassos

Eng^a Agric. Kaline Dantas Travassos (UFERSA)
Membro Examinador

Alexandre de Oliveira Lima

Prof. Dr. Alexandre de Oliveira Lima (UERN)
Membro Examinador

A meus pais, Neide e Alrivan, que sempre me ajudaram e me compreenderam em todos os momentos da minha vida.

A meu irmão, Alrivan Júnior, que sempre esteve ao meu lado pelos caminhos da vida, me acompanhando, apoiando e principalmente acreditando em mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me dado saúde e forças nas horas difíceis para superar as dificuldades e por me abençoar nessa caminhada, ajudando-me a ultrapassar cada obstáculo e permitir mais esta conquista na minha vida.

Agradeço a minha família, aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Minha mãe, Neide, que é a razão maior da minha vida e sem ela nada teria sido possível, meu irmão Alrivan Júnior, meu amigo de todas as horas e ao meu pai Alrivan, por todo apoio.

A toda minha família, em especial as avós Maria e Rita, os tios Alcione, Jaime, Antônio, as tias Baica, Teta e Euziene por todo apoio concedido em minha trajetória de vida.

Ao meu orientador Neyton de Oliveira Miranda por todo apoio e paciência nos momentos em que precisei, que não foram poucos, meu sincero OBRIGADA!

Agradecer também aos co-orientadores Nildo da Silva Dias e Kaline Dantas Travassos e ao Prof. Alexandre de Oliveira Lima que disponibilizaram tempo para me ajudar e participar da banca examinadora da minha dissertação. A Gabriela Gurgel pelo apoio nas correções e conselhos dados em todas as horas que precisei, deixo aqui minha sincera gratidão.

Em especial a minha “orientadora- mãe”, Prof.^a Carolina pelos ensinamentos, ajuda, atenção, confiança, dedicação e exemplo profissional dedicado à Ciência do Solo. Mesmo não sendo sua orientada direta, ela nunca deixou de colaborar em meus projetos profissionais.

Aos laboratoristas do LASAP por toda paciência e ensinamentos repassados, Kaline, Antônio, Souto e Elídio. Assim como ao meu amigo Sérgio, pessoa que me concedeu toda ajuda necessária durante a instalação e condução do meu experimento na casa de vegetação.

Durante estes dois anos muitas pessoas participaram da minha vida, algumas de longas datas, outras mais recentemente. Dentre estas pessoas, algumas se tornaram muito especiais, cada uma ao seu modo, seja academicamente ou pessoalmente; e seria difícil não as lembrar:

Minhas colegas, amigas, companheiras e irmãs Rutilene e Elidayane pelo apoio durante as análises, conversa e desabafos;

Meus amigos Álisson Gomes, Jacques Filho e Ricardo Rebouças por cada momento e conselho compartilhado, não sei como seria sem vocês.

Minhas queridas e amadas amigas Cintia Samara, Cinthya Isabelly, Suzianne Soares, Hewynlyn Dantas, e ao amigo Fabiano Moura, obrigada por todo apoio nessa jornada.

Aos bolsistas de iniciação científica que participaram desse projeto tão importante, Cássio, Erlen, Poliana, Natalia e Jorgiana.

Agradeço a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de solo e Água, pela oportunidade de conclusão do mestrado.

“O desenvolvimento de uma ciência não é independente do meio social, nem alheio às influências das teorias discutidas nas diferentes disciplinas. Como produto da sociedade, a ciência influi nela, e dela sofre as influências.”

Freire-Maia, 1992.

RESUMO

O uso de efluentes nas atividades agrícolas vem crescendo a cada ano, principalmente onde a escassez de água é mais pronunciada. Estudos mostram que o uso deste recurso hídrico melhora o aproveitamento do potencial hídrico e nutricional das culturas de forma economicamente viável e ambientalmente sustentável. Entretanto, são necessários mais estudos para subsidiar o aproveitamento de águas de qualidade não convencionais no cultivo de girassol de forma racional e econômica. Por isso, este trabalho foi desenvolvido no município de Mossoró, RN com o objetivo de quantificar a produção e crescimento de três cultivares de girassol ornamental fertirrigados com efluentes da piscicultura, bruto ou diluído em água de abastecimento. O experimento foi conduzido em casa de vegetação durante o período de fevereiro a agosto de 2017. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3 com 4 repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos pelos fatores: diluição de efluente da piscicultura em água proveniente do abastecimento público (água de abastecimento - controle, 25, 50, 75% e 100% de efluente) e três cultivares de girassol ornamental (Bonito de Outono Sortido, Sol Vermelho e Sol Noturno). O aumento da proporção de efluente de piscicultura reduziu a massa fresca da parte aérea e o diâmetro do caule do girassol ornamental, enquanto que o efeito sobre a altura das plantas dependeu da cultivar. A aplicação de efluente de piscicultura na fertirrigação do girassol, bruto ou diluído em água de abastecimento, não influenciou as características de qualidade comercial das flores do girassol ornamental, mas elas variaram conforme a cultivar. Os teores de macronutrientes e de micronutrientes no tecido foliar do girassol ornamental foi influenciado pela proporção de efluente de piscicultura, sendo que para os teores de nitrogênio, fósforo e zinco essa influência dependeu da cultivar. Além do reuso do efluente da piscicultura pode contribuir para otimizar do uso das águas na agricultura, a produção de girassol ornamental em consórcio com a piscicultura é uma alternativa promissora para aumentar a receita financeira na agricultura familiar.

Palavras-chave: *Helianthus annuus L*; águas residuárias; floricultura; aquicultura.

ABSTRACT

The use of wastewater in agricultural activities is growing every year, especially where water scarcity is evident. Studies show that the use of these waters can improve the utilization of the water and nutritional potential of the crops in an economically viable and environmentally sustainable way. However, further studies are necessary for subsidizing the use of inferior quality water in sunflower cultivation in a rational and economic way. Thus, the present work was carried out in the municipality of Mossoró, RN, Brazil with the objective of quantifying growth and production of three cultivars of ornamental sunflower fertirrigated with aquaculture effluent, raw or diluted in tap water. The experiment was conducted in a greenhouse during the period from February to August 2017, utilizing a completely randomized experimental design, in a 5 x 3 factorial scheme with 4 replications, totaling 60 experimental units. The treatments were composed by the following factors: dilutions of waste water in tap water from the public supply system (tap water - control, 25, 50, 75 and 100% of effluent), and cultivars of ornamental sunflower (Bonito de Outono Sortido, Sol Vermelho and Sol Noturno). The increase in the proportion of fish effluent caused decrease of fresh mass of shoots of ornamental sunflower, while the effect on plant height was dependent of the cultivar considered. The proportion of fish effluent did not influence characteristics of sunflower flowers, but they varied among cultivars. The contents of macronutrients and micronutrients in the leaf tissue of ornamental sunflower were influenced by the proportion of fish effluent, although contents of nitrogen, phosphorus and zinc varied among cultivars. Besides the contribution from the reuse of the effluent from fish farming to minimize the waste of water, the production of ornamental sunflower in consortium with fish farming can be a promising alternative for increasing the financial income of family farming.

Keywords: *Helianthus annuus*. Wastewater. floriculture; aquaculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Estágios de desenvolvimento da inflorescência do girassol na fase reprodutiva R1 (A), R2 (B), R3 (C), R4 (D), R5.2 (E), R5.5 (F) e R6 (G).....	21
Figura 2.	Cultivares de girassol utilizadas no experimento, UFERSA/Mossoró-RN. A: Bonito de Outono, B: Sol vermelho e C: Sol Noturno.....	24
Figura 3.	Croqui da área experimental com a disposição das parcelas e respectivos tratamentos.....	25
Figura 4.	Evolução das dimensões das plantas de girassol ornamental em função da data de amostragem: A – altura de planta e diâmetro do caule, B – área foliar.....	33
Figura 5.	Altura de plantas de girassol ornamental em função da dose de efluente dentro de cada variedade de girassol ornamental.....	33
Figura 6.	Diâmetro do caule de plantas de girassol em função de doses de efluente de piscicultura.....	34
Figura 7.	Massa fresca da parte aérea do girassol ornamental em função da proporção de efluente de piscicultura em relação à água de abastecimento.....	36
Figura 8.	Teores de potássio (A) e de cálcio (B) da parte aérea do girassol ornamental em função da proporção de efluente de piscicultura.....	37
Figura 9.	Teores de sódio (A), Magnésio (B), Nitrogênio (C) e Fósforo (D) da parte aérea de três cultivares de girassol ornamental em função da proporção de efluente de piscicultura.....	38
Figura 10.	Teores de cobre (A), Manganês (B), Ferro (C) e Zinco (D) da parte aérea de três cultivares de girassol ornamental em função da proporção de efluente de piscicultura.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Valor das características físico-químicas da água de abastecimento e do efluente da piscicultura coletada ao longo do período experimental.....	29
Tabela 2.	Resumo da análise da variância para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AF) do girassol fertirrigado com efluente da piscicultura.....	31
Tabela 3.	Resumo da análise da variância de características das flores de girassol ornamental fertirrigado com efluente de piscicultura.....	34
Tabela 4.	Médias das variáveis diâmetro externo (DE), diâmetro interno (DI), número de pétalas (NP) e duração pós-florescimento (DPF) entre cultivares de girassol ornamental.....	35
Tabela 5.	Resumo da análise de variância da fitomassa fresca da parte aérea (MFPA) e fitomassa seca da parte aérea (MSPA) do girassol fertirrigado com efluente de piscicultura.....	35
Tabela 6.	Resumo da análise da variância para as variáveis teores de macronutrientes do tecido foliar do girassol ornamental fertirrigado com efluente da piscicultura e diluições.....	36
Tabela 7.	Resumo da análise da variância ornamental dos teores de Cu, Mn, Fe e Zn do tecido foliar do girassol fertirrigado com efluente da piscicultura e diluições.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo geral.....	15
2.2	Objetivos específicos	15
3	REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1	Reuso da água na agricultura	16
3.2	Piscicultura: aspectos gerais e geração de resíduos	17
3.3	Piscicultura no Semiárido	19
3.4	Aspectos gerais da cultura do girassol	20
4	MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1	Localização e características da área experimental.....	23
4.2	Tratamentos e delineamento experimental	23
4.3	Produção das mudas	24
4.4	Montagem das unidades experimentais	24
4.5	Transplante das mudas	24
4.6	Característica das águas utilizadas para irrigação.....	25
4.7	Adubação	26
4.8	Tratos culturais	26
4.9	Variáveis analisadas	26
4.10	Altura de planta	26
4.11	Diâmetro do caule	27
4.12	Área foliar e Número de folhas.....	27
4.13	Avaliação de produção de flores.....	27
4.14	Fitomassa	28
4.15	Composição mineral do tecido vegetal.....	28
4.16	Interpretação dos resultados.....	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1	Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos das águas utilizadas...29	
5.2	Altura de plantas, diâmetro de caule e área foliar.....	31
5.3	Produção de flores	34
5.4	Massa de matéria fresca da parte aérea	35
5.5	Macronutrientes e micronutrientes no tecido foliar do girassol.....	36
6	CONCLUSÕES	41
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

V	Vegetativa
R	Reprodutiva
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
DCAT	Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas
CCA	Centro de Ciências Agrárias
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
C1	Cultivar Bonito de Outono
C2	Cultivar Sol Vermelho
C3	Cultivar Sol Noturno
T1	Tratamento 1-100% água da piscicultura
T2	Tratamento 2- 75% água da piscicultura + 25% água de abastecimento
T3	Tratamento 3- 50% água da piscicultura + 50% água de abastecimento
T4	Tratamento 4- 25% água da piscicultura + 75% água de abastecimento
T5	Tratamento 5- 100% água de abastecimento
DAG	Dias Após Germinação
DAT	Dias Após Transplante
CAERN	Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte
LASAP	Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta
pH	Potencial Hidrogeniônico
CEa	Condutividade elétrica da água
Ca ²⁺	Cálcio
Mg ²⁺	Magnésio
Na ⁺	Sódio
K ⁺	Potássio
RAS	Relação de adsorção de sódio
Cl ⁻	Cloreto
CO ₃ ²⁻	Carbonato
HCO ₃ ³⁻	Bicarbonato
Fe	Ferro
Mn	Manganês
Zn	Zinco
Cu	Cobre

Cd	Cádmio
Ni	Níquel
Pb	Chumbo
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
SST	Sólidos suspensos Totais
ST	Sólidos totais
Mg	Miligrama
L	Litro
G	Gramas
Dc	Diâmetro do caule
Ap	Altura da planta
AF	Área Foliar
Lv	Leitura Vertical
LH	Leitura Horizontal
DE	Diâmetro externo
DI	Diâmetro interno
FSPA	Fitomassa Seca da Parte Aérea
°C	Graus Celsius

1 INTRODUÇÃO

A prática da agricultura nas zonas áridas e semiáridas, onde os recursos hídricos são escassos, torna necessária a otimização e eficiência do uso da água disponível por meio da reutilização de fontes como, por exemplo, os rejeitos salinos, os efluentes de esgotos domésticos, efluentes da piscicultura, etc. (Condé et al., 2012; Saraiva e König et al., 2013).

A aquicultura é uma atividade bastante difundida no meio rural, a qual gera muito efluente com elevado aporte nutricional, o qual, geralmente, não possui uma destinação adequada. Em meio à expansão da aquicultura, está cada vez mais evidenciada a necessidade da adoção de práticas de conservação da água, com o desenvolvimento de sistemas mais eficientes do ponto de vista socioambiental, para que a atividade se desenvolva em bases ambientalmente sustentáveis.

Na atualidade, 540 milhões de pessoas dependem da pesca e da aquicultura como fonte de proteína e de renda, sendo que para os 400 milhões mais pobres, os peixes fornecem metade ou mais das proteínas de origem animal e dos minerais dietéticos (FAO, 2012a). Esse cenário mostra a importância indiscutível da aquicultura para a segurança alimentar, mas é muito desafiador, uma vez que para atingir todo o volume de produção previsto, a aquicultura certamente deverá ampliar suas áreas de cultivo e aumentar as demandas por água e insumos.

Considerando que a oferta de água vem caindo ano a ano, é fundamental reconhecer que todas as atividades que demandam água, dentre elas a aquicultura, deverão melhorar a eficiência do uso da água. Assim, um uso mais eficiente da água passa tanto pela redução nas suas demandas (aspecto quantitativo), quanto pela manutenção da água em condições compatíveis com o exigido pelas espécies cultivadas, como também do monitoramento, controle e reaproveitamento dos efluentes gerados (aspecto qualitativo).

Neste contexto da sustentabilidade, torna-se importante interligar a piscicultura com a agricultura de modo que o efluente dos viveiros de criação de peixes seja utilizado na fertirrigação das culturas do sistema interligado, pois resulta em maior diversidade de produtos ou aproveitamento de recursos não explorados, sendo importante que o efluente, enriquecido com matéria orgânica, possa ser direcionado para produção vegetal sem riscos ambientais.

É importante ressaltar que o uso de efluentes pode causar problemas ambientais ao solo quando manejado inadequadamente. O monitoramento da aplicação de efluente no solo e a cultura a ser explorada são importantes quando se utiliza efluentes, tendo sido recomendado, no sistema interligado aquicultura x agricultura, o uso de plantas para fins ornamentais. Neste contexto, destaca-se o girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em decorrência do aumento da exigência do mercado consumidor e do alto valor agregado das espécies ornamentais,

podendo ser alternativa viável economicamente para os produtores. O seu potencial dá-se devido a seu ciclo curto, facilidade de propagação e, principalmente, pela inflorescência ser atrativa e bastante procurada para ornamentação em vasos e confecção de arranjos florais (Anefalos e Guilhoto, 2003).

No Nordeste Brasileiro, tem-se buscado estabelecer práticas de cultivo do girassol que permitam viabilizar sua exploração sob técnicas racionais e econômicas, visando à otimização do sistema de produção, principalmente por ser uma planta de grande exigência nutricional (Rebouças et al., 2010). Neste sentido, o cultivo em ambiente protegido maximiza a taxa de crescimento das espécies vegetais e, em razão disso, possibilita a redução do ciclo da cultura.

Diante do exposto, destaca-se a necessidade de estudos que venham subsidiar o aproveitamento do efluente da piscicultura no cultivo de girassol ornamental, com uma exploração racional e econômica. Salientando-se a importância mercadológica da cultura do girassol ornamental.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo quantificar o potencial de fertirrigação do efluente de piscicultura na produção de três cultivares de girassol ornamental, avaliando a biometria, por meio da altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, fitomassa e determinação de macro e micronutrientes das plantas das três cultivares de girassol fertirrigadas com efluente de piscicultura.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar a biometria, por meio da altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar das plantas das três cultivares de girassol fertirrigadas com efluente de piscicultura;

Quantificar a fitomassa seca e a composição mineral do tecido vegetal das três cultivares de girassol fertirrigadas com efluente de piscicultura.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Reuso da água na agricultura

Em relação às demandas de água, pode-se dizer que os três grandes usuários da água são: a agricultura (inclui consumo para irrigação, pecuária e aquicultura), indústria (inclui consumo industrial, por termoelétrica e mineração) e o consumo doméstico ou municipal (inclui consumo doméstico e comercial). Em termos proporcionais à agricultura é a maior usuária, atingindo uma média de 69% (2.722 km³ /ano) das retiradas de água em todo o mundo, contra 19% (734 km³ /ano) da indústria e 11% (462 km³ /ano) do consumo doméstico. Essa relação pode variar, de acordo com a região do continente (Aquastat, 2015b).

No Brasil, as retiradas de água pela agricultura correspondem a 54,59% de todas as retiradas de água (Aquastat, 2015c), o que equivale a 2.373 m³ s⁻¹. As demais retiradas ficam distribuídas pelo setor urbano (22%), industrial (17%), animal (6%) e rural (1%). Nessas retiradas há que considerar que a distribuição hídrica e as suas demandas no Brasil são bastante irregulares, tanto do ponto de vista espacial, quanto temporal. Assim, 81% das águas superficiais estão concentrados na Região Hidrográfica Amazônica, onde está o menor contingente populacional (cerca de 5% da população) e a menor demanda. Nas regiões hidrográficas banhadas pelo Oceano Atlântico, que concentram 45,5% da população do país, estão disponíveis apenas 2,7% dos recursos hídricos (ANA, 2015).

Em consequência do crescimento demográfico e econômico da sociedade moderna, a oferta de recursos hídricos tem diminuído em quantidade e qualidade, sendo necessária a procura pelo uso racional deste recurso natural por meio de técnicas que promovam um aproveitamento mais eficiente da água em diversas atividades humanas.

A reutilização para fins agrícolas de efluentes pode favorecer o desenvolvimento de uma determinada região, principalmente nos períodos de escassez, e os benefícios econômicos que isto pode proporcionar estão relacionados à disponibilização de água e fertilizantes para as culturas, ao aumento da área cultivada e da produtividade agrícola, decorrente da ciclagem e aporte de nutrientes, bem como a constituição de uma alternativa para controle da poluição das águas superficiais e subterrâneas. Entretanto, para que isto possa tornar-se uma prática viável, é preciso aperfeiçoar as técnicas de tratamento, aplicação e manejo destas águas (Batista et al., 2013).

A lei 9.433, que trata da Política Nacional de Recursos Hídricos, deixa claro que, havendo escassez de água, todas as reservas serão prioritariamente destinadas ao consumo humano. Deste modo, surge a necessidade de economizar água de boa qualidade e, além disso,

fazer reuso da água de distintas atividades, como os efluentes doméstico e industrial.

O reuso de águas para a irrigação é uma prática amplamente estudada e recomendada por diversos pesquisadores e gestores de água como alternativa viável para suprir as necessidades hídricas e, em grande parte, nutricionais das plantas (Herpin et al., 2007). Além de recuperar o efluente e reduzir a poluição ambiental, o reuso viabiliza a atividade agrícola, bem como a sustentabilidade humana em áreas de difícil sobrevivência. Segundo van der Hoek et al. (2002), os maiores benefícios do aproveitamento da água residuária para fins agrícolas residem na conservação da água e na possibilidade de aporte e reciclagem de nutrientes, concorrendo para a preservação do meio ambiente.

De acordo com Hespanhol (2003), devido ao potencial e às limitações da irrigação de culturas com águas residuárias, é necessário que seu o manejo seja adequado e controlado, não devendo assumir caráter proibitivo, mas que ocorra após avaliação de suas características e considere o tipo da cultura, o solo e a forma como o produto será consumido.

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água. Em decorrência do uso intenso desse recurso, faz-se necessário recorrer ao uso de águas de qualidade não convencional, sendo indispensável um planejamento efetivo que assegure o melhor uso possível das águas, de acordo com sua qualidade (Ayers e Westcot, 1999).

De acordo Philippi Júnior (2003), as águas de irrigação devem, de modo geral, ser analisadas em relação à concentração total de sais (salinidade), à proporção relativa de sódio em relação a outros cátions (permeabilidade do solo), à concentração de elementos tóxicos; à concentração de íons e ao aspecto sanitário (contaminação por bactérias patogênicas).

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, flore ou espécies ornamentais destinadas à indústria farmacêutica ou 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.

3.2 Piscicultura: aspectos gerais e geração de resíduos

A aquicultura mundial tem se expandido, especialmente no Brasil. Conforme Nogueira (2007), os especialistas do setor acreditam que, além do potencial para produção, o Brasil possui também um grande potencial de consumo para os produtos aquícolas. No início dos anos 2000 o pescado respondia por cerca de 15% das proteínas de origem animal consumidas pela

população (FAO, 2009). Na atualidade, 540 milhões de pessoas dependem da pesca e da aquicultura como fonte de proteína e de renda e para os 400 milhões mais pobres, o pescado fornece metade ou mais das proteínas de origem animal e dos minerais dietéticos (FAO, 2012a).

Segundo a FAO (2009), a produção aquícola brasileira foi estimada em mais de 289.000 toneladas no ano de 2008, representando uma receita de mais de R\$ 2 bilhões, predominando o cultivo de peixes de água doce (mais de 70% da produção). A aquicultura deverá continuar crescendo nas próximas décadas e deverá atingir uma produção mundial de 93,6 milhões de toneladas até 2030, vindo a se equiparar a oferta de pescado de captura, que, por sua vez, deverá permanecer na faixa de 93,2 milhões de toneladas (World Bank, 2013). O Brasil é um dos poucos países que tem condições de atender à crescente demanda mundial por produtos de origem pesqueira, sobretudo por meio da aquicultura. O Brasil poderá se tornar um dos maiores produtores do mundo até 2030, ano em que a produção pesqueira nacional teria condições de atingir 20 milhões de toneladas (BRASIL, 2011).

Além disso, a aquicultura possui potencial frente a outras atividades produtivas devido às características favoráveis, como: índices médios de impacto ambiental, transformação de subprodutos e resíduos agrícolas em proteína animal de excelente qualidade e possibilidade de aproveitamento de áreas improdutivas de pequeno tamanho ou de baixo rendimento agropecuário (Kubitza, 1998; Borghetti e Ostrensky, 1999; Roubach et al., 2003).

Nesse contexto, a piscicultura pode ser considerada uma alavanca para o desenvolvimento social e econômico, possibilitando o aproveitamento efetivo dos recursos naturais locais, principalmente os hídricos, e a criação de postos de trabalhos assalariados (Sabbag et al., 2007).

A piscicultura como qualquer atividade agrícola, agroindustrial e industrial, é geradora de resíduos logo, como os demais setores, deve buscar alternativas adequadas de tratamento e disposição dos resíduos de forma que não causem danos ao ambiente. A qualidade e quantidade dos efluentes da aquicultura variam de acordo com o sistema de produção, técnicas de manejo e estratégias de produção.

No contexto de tratamentos de resíduos quando se trata da aquicultura, a norma vigente é CONAMA 357/05 determina quantidades permitida de efluente a ser lançado, os níveis de tratamento necessários e a eficiência a ser atingida na remoção dos compostos de interesse.

3.3 Piscicultura no Semiárido

A região semiárida abrange 92,97% do território do Rio Grande do Norte; 87,60% de Pernambuco; 86,74% do Ceará; 86,20% da Paraíba; 69,31% da Bahia; 59,41% do Piauí; 50,67% de Sergipe; 45,28% de Alagoas e 17,49% de Minas Gerais (Medeiros, 2012), sendo caracterizado por precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros, índice de aridez de até 0,5 e risco de seca maior que 60% (Brasil, 2005a).

Diversas ações foram desenvolvidas para melhorar a oferta hídrica e a segurança alimentar da população da região semiárida brasileira. Essas ações permitiram ampliar a oferta de alimentos, via agricultura irrigada, pecuária e, mais recentemente, da aquicultura. Apesar dessas iniciativas, ainda há grandes porções territoriais com mananciais que não oferecem garantia de água para os vários tipos de usos, em particular o abastecimento humano ANA (2015). Esse fato é preocupante, uma vez que o semiárido brasileiro apresenta uma das maiores densidades demográficas das regiões semiáridas em todo o mundo (Santos et al., 2007) e também uma das maiores demandas de água no Brasil.

A situação se torna mais grave porque a região semiárida do Brasil, juntamente com outras com oferta mais regular de chuvas, vem enfrentando uma estiagem rigorosa, tendo se registrado uma redução nos índices pluviométricos de cerca de 50 e 16%, nos anos de 2012 e 2013, respectivamente. Na região Nordeste, essa redução se reflete no volume de água armazenada nos reservatórios, de forma que em reservatórios existentes nos estados da Bahia, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Piauí e Rio Grande do Norte, a capacidade acumulada de água caiu para 45,3% em 2012 e 33,4% em 2013 (ANA, 2015).

Diante de tamanha escassez é natural que os conflitos entre usuários da água aumentem e com eles a pressão por um uso mais eficiente dos recursos hídricos. O uso racional da água em regiões áridas e semiáridas é de fundamental importância, principalmente pelo seu alto custo de obtenção. Segundo Oliveira e Santos (2011), uma das maneiras de se reduzir os custos de produção nestas áreas é a utilização de um sistema integrado de agricultura com aquicultura. Esta integração proporciona uma otimização dos recursos disponíveis e uma redução dos custos de captação de água, além das receitas adicionais obtidas com a comercialização dos peixes.

A aquicultura tem baixo uso consuntivo de água, sendo, portanto, uma atividade onde a água passa pelo sistema de produção e pode ser disponibilizada para outros fins. Ao sair do sistema ela está enriquecida com matéria orgânica e mineral vindas de excretas de peixes e de alimentos não consumidos, tornando-se passível de uso em outros sistemas produtivos, como na produção vegetal.

Oliveira e Santos (2011), afirmam que a integração da aquicultura com a agricultura

irrigada é uma estratégia de uso sustentável dos recursos hídricos, pois atende aos preceitos de atividades que promovem o uso múltiplo das águas, contribuindo, assim, para uma maior eficiência hídrica e produtiva.

3.4 Aspectos gerais da cultura do girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.), pertencente à família Asteraceae, tem sua origem na América do Norte, entretanto é cultivada atualmente em todos os continentes, pois apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas (Gomes et al., 2008; Souza et al., 2010). Caracteriza-se pela tolerância às baixas temperaturas na fase inicial de desenvolvimento e pela relativa resistência a déficits hídricos (Travassos et al, 2011), assim como tem seu rendimento pouco influenciado por diferentes latitudes e altitudes, o que facilita a expansão da cultura no país (Zobiolo et al., 2010).

O desenvolvimento do girassol entre a sementeira e a maturação fisiológica é uma sequência caracterizada por alterações morfológicas e fisiológicas, que se produzem em todo o ciclo da planta (Rossi, 1998), sendo assim consideradas fases fenológicas, separadas por estádios fenológicos (Connor & Sandras, 1992).

Segundo Castiglioni et al. (1997) e Rossi (1998), a escala proposta por Schneiter & Miller (1981) teve como premissa a divisão do desenvolvimento da planta do girassol nas distintas fases: vegetativa (V) e reprodutiva (R).

A fase vegetativa (V) inclui desde a germinação até o início da formação do broto floral, sendo assim subdividida:

- a) V-E (emergência) – compreende o período entre o plantio até o aparecimento da plântula, observa-se a primeira folha de tamanho máximo de 4 cm.
- b) V1, V2, V3,..., VN - Formação de folhas divididas de acordo com o número de folhas de comprimento maior que 4 cm.

A fase reprodutiva (R), que compreende desde o aparecimento do botão floral até maturação fisiológica dos aquênios (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), subdivide-se em:

- a) R1 – refere-se ao surgimento de um pequeno broto floral que é visível quando se observa a planta de cima. As brácteas ao redor do broto floral são semelhantes a uma estrela, porém com vários ápices (**Erro! Fonte de referência não encontrada.A**).
- b) R2 – é a primeira fase de alongamento do broto floral, distanciando-se de 0,5 a 2,0 cm da última folha (**Erro! Fonte de referência não encontrada.B**).
- c) R3 - compreende a segunda fase de alongamento do broto floral, encontrando-se a uma distância maior que 2,0 cm acima da última folha (**Erro! Fonte de referência não encontrada.C**).

encontrada.C).

d) R4 - compreende a primeira fase do florescimento e se caracteriza por apresentar as primeiras flores (**Erro! Fonte de referência não encontrada.D).**

e) R5 (R5.1, R5.2...R.5.n) - compreende a segunda fase do florescimento. A porcentagem de flores tubulares do capítulo que estão liberando pólen ou abertas define as subfases:

R5.1 - 10% das flores do capítulo estão abertas.

R5.2 - 20% das flores do capítulo estão abertas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.E).**

R5.5 - 50% das flores do capítulo estão abertas (floração plena (**Erro! Fonte de referência não encontrada.F).**

f) R6 - Refere-se à terceira fase do florescimento; caracteriza-se por ter ocorrido a abertura de todas as flores tubulares e as flores estão murchas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.G).**

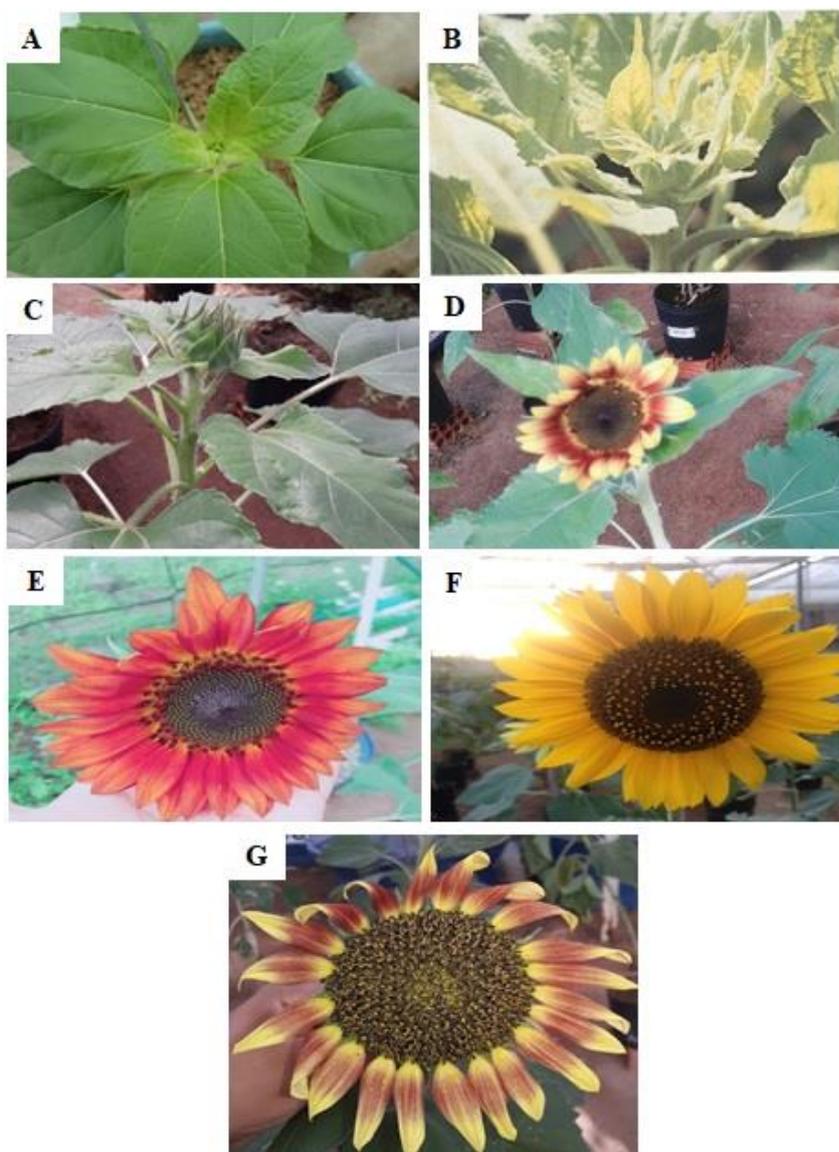


Figura 1. Estágios de desenvolvimento da inflorescência do girassol na fase reprodutiva R1 (A), R2 (B), R3 (C), R4 (D), R5.2 (E), R5.5 (F) e R6 (G).

Fonte: Travassos (2009) (A); Eifflér (1997) (B); Acervo pessoal (C, D, E, F, G).

g) R7 - Refere-se à primeira fase de desenvolvimento de aquênios. O dorso do capítulo se converte da cor verde para a cor amarelo-claro.

h) R8 - Refere-se à segunda fase de desenvolvimento de aquênios. O dorso do capítulo torna-se amarelo-escuro e as brácteas ainda estão verdes.

i) R9 - Refere-se à fase de maturação dos aquênios. As brácteas estão entre as cores amarela e castanho.

O ciclo vegetativo do girassol varia entre 90 a 130 dias, dependendo da cultivar, da época de semeadura e das condições ambientais características de cada região e ano.

A utilização do girassol é extremamente expressiva, já que se trata de uma cultura da qual se aproveitam todas as partes com alto valor comercial (Nobre et al., 2008), em virtude das suas características peculiares de rusticidade, resistência à seca e beleza.

A produção de flores e plantas ornamentais no Brasil é desenvolvida, na maior parte, por pequenos produtores, os quais são atraídos pela alta rentabilidade e expressiva taxa de empregos gerados por unidade de área do setor. Conforme estimativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o segmento emprega entre 15 e 20 trabalhadores por hectare, podendo gerar uma renda de R\$ 50 mil a R\$ 100 mil.

O mercado da Cadeia Produtiva de Flores e Plantas Ornamentais no Brasil é majoritariamente composto pelo segmento de plantas ornamentais para paisagismo e jardinagem, que concentrou, em 2013, 41,55% do total da movimentação financeira. No ano de 2013, a região Sudeste obteve participação percentual relativa de 83,02%, sendo a região Nordeste a segunda maior produtora com 9,92% (Leite et al., 2015).

No nordeste brasileiro, tem-se buscado estabelecer práticas de cultivo do girassol que permitam viabilizar sua exploração, por meio de 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 (Rebouças et al., 2010), especialmente no semiárido, onde a escassez de água para usos diversos compromete a sobrevivência do próprio homem.

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.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi conduzido durante o período de fevereiro a agosto de 2017 em casa de vegetação no Campus Oeste da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), localizada em Mossoró, RN (5°12'48'' de latitude Sul, 37°18'44'' longitude Oeste e altitude de 37 metros.

A casa de vegetação é do tipo capela com orientação Norte-Sul, construída em estrutura de alvenaria e ferro com piso de barro batido, cobertura em arco composta por filme de polietileno de baixa densidade com aditivo anti-ultravioleta e espessura de 150 micras, protegida nas laterais por malha negra 50%, possuindo 18 m de comprimento, 6,4 m de largura, totalizando 115,2 m² e 3 m de altura do pé direito.

4.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, conduzido em esquema fatorial 5 x 3 com 4 repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Os fatores estudados foram diluições de efluente da piscicultura em água de abastecimento local nas proporções de 0 (controle), 25, 50, 75 e 100% e três cultivares de girassol ornamental (C₁ – Bonito de outono sortido (Figura A), C₂ – Sol vermelho (Figura B) e C₃ – Sol noturno (Figura C) e. O croqui com a distribuição dos tratamentos está apresentado na

Figura .

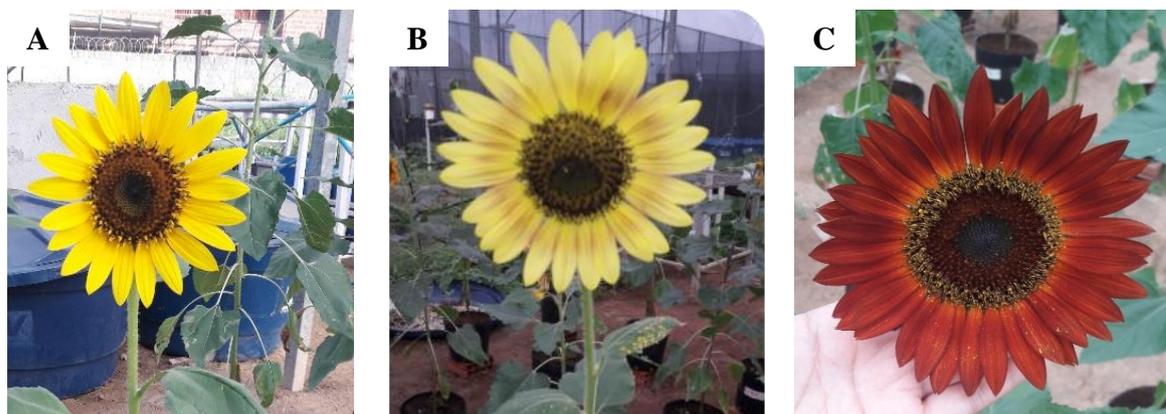


Figura 2. Cultivares de girassol utilizadas no experimento, UFERSA/Mossoró-RN. A: Bonito de Outono, B: Sol vermelho e C: Sol Noturno.

Fonte: Acervo pessoal (2017).

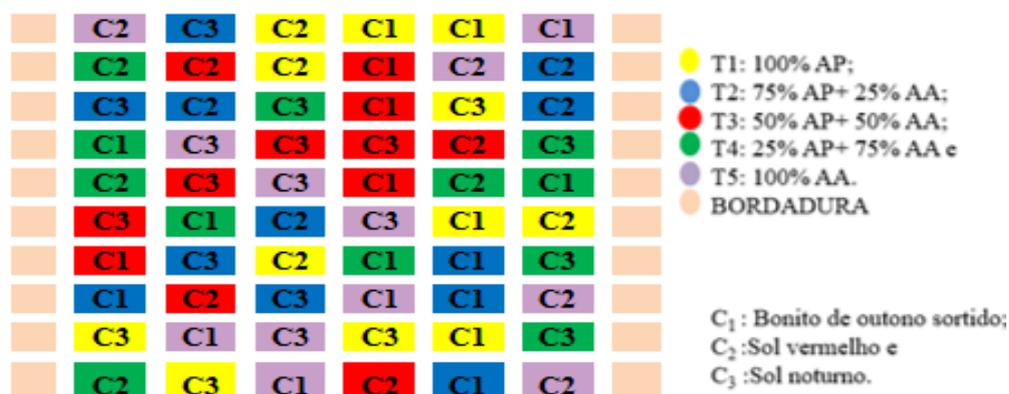


Figura 3. Croqui da área experimental com a disposição das parcelas e respectivos tratamentos.

Fonte: Acervo pessoal (2017).

4.3 Produção das mudas

Para obtenção das mudas de girassol, a semeadura foi realizada em bandejas preenchidas com fibra de coco, colocando-se três sementes por célula a uma profundidade média de 2 cm, sendo irrigadas diariamente com 100 mL de água de abastecimento.

4.4 Montagem das unidades experimentais

Cada unidade experimental foi constituída por um vaso plástico de 10 L preenchido com substrato de fibra de coco. Os vasos foram posicionados de maneira que as plantas ficassem espaçadas 1 m dentro das fileiras e 1 m entre fileiras de plantas. Foram acondicionados 2 cm de brita no fundo do recipiente, recoberto com tela de nylon, a fim evitar o carreamento de

partículas orgânicas e obstrução da drenagem do vaso. Com o auxílio de uma balança de precisão determinou-se o volume necessário para o preenchimento do vaso, correspondente a 10 kg de fibra de coco. A fibra utilizada foi a da linha GOLDEN MIX, que é um substrato formulado a partir de 100% Fibra de Coco, de textura fina, e isto resulta em um bom equilíbrio entre retenção de água e aeração ao substrato.

4.5 Transplante das mudas

O transplante e o desbaste foram realizados 15 dias após a germinação (DAG), com plântulas selecionadas conforme a homogeneidade, deixando uma planta por vaso, a qual foi utilizada para todas as avaliações a cada 10 dias após transplante (DAT). O substrato dos vasos foi deixado com umidade na capacidade de campo para receberem as mudas, que foram retiradas da bandeja com cuidado para não danificar o sistema radicular durante o transplante.

4.6 Característica das águas utilizadas para irrigação

As águas utilizadas na irrigação, obtidas dos tanques do setor de piscicultura da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), e a água de abastecimento, obtida da Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte (CAERN), ambas no município de Mossoró-RN, passaram por análises físicas e químicas (Tabela 1). A coleta foi realizada no período da manhã, sendo as amostras preservadas em caixas isotérmicas com gelo à temperatura de 4° C. Em seguida, as amostras foram encaminhadas para laboratórios onde foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas, seguindo os critérios do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Rice et al., 2012).

No Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta (LASAP) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFERSA, foram determinados o potencial hidrogeniônico (pH) e a condutividade elétrica (CE), com peagâmetro e condutivímetro de bancada; além das concentrações de cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), cloreto e bicarbonato por método titulométrico; de sódio (Na^+) e potássio (K^+) por fotômetro de chama e de ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu), por espectrofotometria de absorção atômica. A razão de adsorção de sódio (RAS) foi calculada empregando-se a Equação 1.

$$RAS = \frac{Na^+}{\left(\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}\right)^{0,5}} \quad \text{Eq. 1}$$

Em que:

RAS = Razão de adsorção de sódio, (mg L^{-1});

Na^+ = concentração de sódio, mg L^{-1} ;

Ca^{+2} = concentração de cálcio, mg L^{-1} ;

e Mg^{+2} = concentração de magnésio, mgL^{-1}

No Laboratório de Saneamento Ambiental (LASAN) do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da UFERSA foram quantificados os níveis populacionais de coliformes totais; as concentrações de sólidos totais (ST) e sólidos suspensos (SS) foram determinadas pelo método gravimétrico, enquanto as concentrações dos sólidos dissolvidos (SD) foram obtidas pela diferença entre ST e SS. Também foram determinadas demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

Para garantir o abastecimento de água para a cultura utilizou-se reservatório com capacidade de 310 litros, mantido tampado para evitar aquecimento, desenvolvimento de algas e proliferação de mosquitos da dengue. O controle das lâminas de irrigação foi realizado manualmente por meio de proveta graduada (mL). O volume de reposição de água aplicado nos vasos variou de acordo com os tratamentos utilizados e o ciclo da cultura.

Durante o período experimental, realizou-se irrigações diárias, sempre no final da tarde com o turno de rega de 1 dia, através de irrigação manual. No início da fase vegetativa foi aplicada uma lâmina de 300 mL em cada vaso, aos 20 DAT aumentou-se para 400 mL.

As plantas não apresentaram desenvolvimento uniforme, portanto algumas apresentavam maior porte que as outras e uma maior necessidade hídrica, sendo assim, a irrigação aumentou gradualmente de acordo com o porte da planta e sua fase de desenvolvimento, pois algumas iniciaram a fase reprodutiva mais rapidamente.

4.7 Adubação

Foi realizada uma adubação de cobertura, sendo realizada a aplicação de 100 mL por vaso de uma solução contendo 1,425 g de nitrato de potássio e 0,238 g de ureia, quantidade recomendado por Novais et al. (1991).

4.8 Tratos culturais

Durante o experimento não ocorreram ervas invasoras. Para o controle da mosca branca (*Aleyrodidae*) e mosca minadora (*Phyllocnistis spp*), foram realizadas pulverizações com

produto comercial a base de óleo de Nim (*Azadiracta indica*). Foi observada a ocorrência de lagartas, porém não foi utilizado nenhum tipo de defensivo químico ou natural, efetuando-se a retirada das lagartas manualmente.

4.9 Variáveis analisadas

A cada 10 dias, a partir de 10 DAT, realizou-se medidas da altura das plantas, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar e diâmetro do botão.

4.10 Altura de planta

Para a determinação da altura das plantas (AP), utilizou-se trena e régua milimétrica, medindo-se a partir do colo da planta à gema apical.

4.11 Diâmetro do caule

Para determinação do diâmetro caulinar (DC) foi utilizado um paquímetro digital, medindo-se a uma altura de aproximadamente 5 cm do colo da planta.

4.12 Área foliar e Número de folhas

A área foliar (AF) foi quantificada a partir da determinação do comprimento (C) das folhas, com o auxílio de uma régua milimétrica. O cálculo da área foliar seguiu a metodologia proposta por Maldaner et al. (2009).

$$AF = 0,1328 * C^{2,5569} \quad \text{Eq. 2}$$

Em que:

C = Comprimento da nervura central da folha sendo que o somatório final das áreas por folha fornece o valor da área foliar total da planta (cm²).

4.13 Avaliação de produção de flores

Para avaliação e comparação da produção de flores nos tratamentos foram determinadas

as seguintes variáveis: diâmetro externo (DE) e diâmetro interno (DI) do capítulo, número de pétalas (NP), início do florescimento (IF) e duração da flor em condições de campo (DF).

Para os diâmetros interno e externo do capítulo considerou-se uma linha imaginária que uniu as duas extremidades das pétalas passando pelo centro do capítulo, sendo feitas as leituras na horizontal e na vertical com auxílio de régua graduada. Essas leituras foram feitas sempre no dia em que a flor se encontrava no estágio R5,2 da escala de Schneiter & Miller (1981), assim como a contagem do número de pétalas.

$$DE = \frac{LV+LH}{2} \quad \text{Eq.3}$$

Em que:

LV = Leitura Vertical

LH = Leitura Horizontal

Para o início do florescimento foi considerada o intervalo entre o transplante e a abertura da flor no estágio R5,2 (dia da colheita) da escala de Schneiter & Miller (1981).

4.14 Fitomassa

Para avaliação da fitomassa seca da parte aérea (FSPA) as plantas foram cortadas rente à superfície do solo para que não houvesse perda de material vegetal; depois de coletadas, a parte aérea foi submetida à secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 60°C, durante 72 horas, até atingirem peso constante, sendo pesadas em seguida, em balança de precisão eletrônica.

4.15 Composição mineral do tecido vegetal

Foi realizada análise da composição química do tecido vegetal, apenas das folhas das três cultivares de girassol no Laboratório de Análise de Solo Água e planta (LASAP) da UFERSA, de acordo com os procedimentos analíticos recomendados por Carmo et al. (2000) e Bataglia et al. (1983). Foram analisadas as concentrações de nitrogênio (N), sódio (Na⁺), potássio (K⁺), fósforo (P), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn).

A partir da digestão nítrica em forno micro-ondas, foram determinados o teor de fósforo por espectrofotometria, potássio e sódio por fotometria de chama e os demais elementos (Cu, Fe, Zn, Mn, Ca²⁺ e Mg²⁺) em espectrofotômetro de absorção atômica.

4.16 Interpretação dos resultados

Os dados obtidos produzidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F em nível de 5% de probabilidades de erro. Para as variáveis significativas ($p < 0,01$ e $p < 0,05$), realizou-se análise de regressão linear e polinomial. A escolha dos modelos de regressão para cada variável foi baseada na significância dos parâmetros de regressão.

Os dados da variável Área Foliar foram submetidos à transformação pelo logaritmo decimal.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos das águas utilizadas

Na Tabela 1, estão representados os valores correspondentes às características físico-químicas da água de abastecimento e do efluente da piscicultura coletados ao longo do período experimental.

Tabela 1. Valor das características físico-químicas da água de abastecimento e do efluente da piscicultura coletados ao longo do período experimental

Características	Abastecimento	Efluente
pH	7,34	7,74
CE (dSm ⁻¹)	0,54	3,80
RAS (mmol _c L ⁻¹) ^{1/2}	9,5	5,80
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,00	31,84
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,20	3,30
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	3,00	3,20
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	6,11	24,93
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,20	0,90
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,32	23,86
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,50	13,50
Dureza (mg L ⁻¹)	41	1868
P (mg L ⁻¹)	0,10	0,87
Fe (mg L ⁻¹)	0,040	0,43
Mn (mg L ⁻¹)	0,012	0,02
Zn (mg L ⁻¹)	0,00	0,05
Cu (mg L ⁻¹)	0,00	0,00
Cd (mg L ⁻¹)	0,006	0,002
Ni (mg L ⁻¹)	0,015	0,031
Pb (mg L ⁻¹)	0,20	0,17
DBO (mg L ⁻¹)	-	10,00
DQO (mg L ⁻¹)	-	135
SST(mg L ⁻¹)	-	5,63
ST(mg L ⁻¹)	-	31,33
Turbidez (NTU)	2,85	30,9

Nota: DBO - demanda bioquímica de oxigênio; DQO - demanda química de oxigênio; pH – potencial hidrogeniônico; CE – condutividade elétrica; SS – sólidos suspensos; SD – sólidos dissolvidos; K⁺ - potássio; Na⁺ – sódio; Mg²⁺ –magnésio; Ca²⁺ – cálcio; P- Fósforo ; RAS- razão de adsorção de sódio; Fe – ferro total; Mn – manganês; Zn – zinco; Cu – cobre; Cd – Cádmio; Ni – Níquel; Pb – Chumbo; C.T. – coliformes totais; CO₃²⁻ - carbonato; HCO₃⁻-Bicarbonato.

Fonte: Acervo pessoal (2017).

Quanto aos parâmetros químicos avaliados para a água da piscicultura correspondentes ao potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE) e razão de adsorção de sódio (RAS), obteve-se valores de 7,74; 3,80 dS m⁻¹ e 5,80 (mmol_c L⁻¹)^{1/2}, respectivamente. Estes valores podem ser aceitos parcialmente para esta atividade de acordo com Artigo 42 da Resolução n° 2/2017 do COEMA (Ceará, 2017), que menciona a efetivação do reuso externo de efluentes não sanitários para atividades de cunho agrícola e florestal, cujos padrões dispostos no Artigo 39 da referida resolução estabelece valores de 6 a 8,5 para o pH, 3,0 dS m⁻¹ para a CE e 15 (mmol_c L⁻¹)^{1/2} para a RAS.

A classificação da água quanto ao risco de salinidade no processo de irrigação estabelecida por Ayers & Westcot (1991), cujos parâmetros variam de <0,7 e >3,0 dS m⁻¹ para a CE, apresenta as classes de risco como nenhum, moderado ou severo. Comparando os resultados, se observa que para a CE da água residuária excede os parâmetros.

Na água em estudo, foram verificados valores de cloreto (Cl^-), carbonato (CO_3^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-), sódio (Na^+), potássio (K^+), magnésio (Mg^{2+}) e cálcio (Ca^{2+}) correspondentes a 31,84; 3,30; 3,20; 24,93; 0,90; 23,86 e; 13,50 mmolc L^{-1} . De acordo com Almeida (2010), os padrões de aceitação dos elementos supracitados para fins de irrigação são de 30; 0,1; 10; 40; 0,05; 5 e 20 mmolc L^{-1} , respectivamente. Ao comparar os resultados encontrados na pesquisa com os padrões apresentados pelo autor, percebeu-se que apenas os atributos correspondentes ao HCO_3^- , Na^+ e Ca^{2+} apresentaram enquadramento para utilização na irrigação de cultivos agrícolas.

Para o atributo dureza, se obteve um valor de 1868 mg L^{-1} , denotando uma dureza elevada em função da presença dos íons alcalinos presentes na água.

Quanto ao atributo fósforo (P), obteve-se valor correspondente a 0,87 mg L^{-1} , enquanto Almeida (2010) determina um valor máximo de 2 mg L^{-1} para água de irrigação, cujo comparativo denota enquadramento.

No que se refere aos atributos químicos ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), cádmio (Cd), níquel (Ni) e chumbo (Pb), foram verificados valores correspondentes a 0,43; 0,02; 0,05; 0,00; 0,002; 0,031 e 0,17 mg L^{-1} , respectivamente. Nesse sentido, Ayers & Westcot (1999), avaliando as máximas concentrações de certas características visando o reuso na irrigação, determinaram padrões de 5 mg L^{-1} para Fe e Pb, 0,20 mg L^{-1} para Mn, Ni e Cu e, 2,00 mg L^{-1} para Zn. Comparando tais valores com os determinados na pesquisa, denotou-se enquadramento para as variáveis apresentadas.

Os valores dos atributos Cd, Pb, Fe, Ni e Zn, encontrados na pesquisa, apresentaram-se abaixo dos valores mencionados no artigo 16 da resolução CONAMA nº 430/2011 (Brasil, 2011), que apresenta padrões máximos para lançamento de efluentes tratados em corpos hídricos que são de 0,2; 0,5; 15,0; 2,0 e; 5,0 mg L^{-1} , respectivamente.

Ao analisar os atributos correspondentes à demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), obteve-se resultados de 10 e 135 mg L^{-1} , respectivamente. Neste caso, observa-se que apenas a DBO se enquadrou com o disposto nas Resoluções do COEMA nº 2/2017 e CONAMA nº 430/2011 (Brasil, 2011; Ceará, 2017), em seus Artigos 11, 12 e 21, que tratam sobre o lançamento direto de efluentes em corpos hídricos, cujos valores estabelecidos correspondem a 200 e 120 mg L^{-1} , respectivamente.

Para os sólidos suspensos totais (SST) e sólidos totais (ST), foram obtidos valores correspondentes a 5,63 e 31,33 mg L^{-1} , enquanto que o COEMA nº 2/2017, em seu Artigo 11, e a ABNT, NBR 13.969 (ABNT, 1997; Ceará, 2017), estabelecem para estas características valores de até 100 e 200 mg L^{-1} , respectivamente. Desta maneira, para estes atributos o efluente se enquadra para lançamento direto em corpos hídricos e em atividades de classe 1, que

envolvem o reuso em lavagem de carros e outras que requerem contato direto do usuário com a água. No que tange à turbidez, o valor obtido foi de 30,9 NTU, que é superior ao estabelecido pela ABNT, NBR 13.969, que estabelece até 5 NTU (ABNT, 1997).

5.2 Altura de plantas, diâmetro de caule e área foliar

De acordo com a análise de variâncias, os efeitos significativos dos fatores individuais indicam que as diluições do efluente da piscicultura influenciaram ($p < 0,01$) apenas o diâmetro do caule (DC), o fator cultivar influenciou ($p < 0,01$) apenas a altura de planta (AP), enquanto que a variável área foliar (AF) recebeu efeito significativo ($p < 0,01$) apenas da época de amostragem, a qual também influenciou AP e DC. Quando se interpretou as interações, verificou-se que AP foi influenciada ($p < 0,01$) pela diluição do efluente de forma diferente conforme a variedade (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise da variância para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AF) do girassol fertirrigado com efluente da piscicultura

Fonte de variação	Graus de liberdade	Altura de planta (cm)	Quadrados médios	
			Diâmetro do caule (mm)	Log Área foliar (cm ²)
Efluente	4	176,01 ^{ns}	12,83 ^{**}	0,66 ^{ns}
Cultivar	2	846,50 ^{**}	1,74 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Época de amostragem	3	45081,59 ^{**}	335,45 ^{**}	178,10 ^{**}
Efluente x cultivar	8	278,32 ^{**}	1,54 ^{ns}	0,27 ^{ns}
Efluente x época	12	23,02 ^{ns}	1,33 ^{ns}	0,49 ^{ns}
Cultivar x época	6	10,54 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,90 ^{ns}
Efluente x cultivar x época	42	18,14 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,28 ^{ns}
Resíduo	-	77,00	0,84	0,55
Média		55,06	8,34	7,03
CV (%)		16	11	11

**significativo ($p < 0,01$); *significativo ($p < 0,05$); ^{ns} não significativo.

As dimensões das plantas de girassol ornamental aumentaram previsivelmente a cada data de amostragem, com aumento constante da AP e menos pronunciado de DC (Figura 4 A), que praticamente estabilizou a partir de 20 DAT. A área foliar, analisada após transformação, aumentou de forma característica para esta variável, sem diferença entre cultivares, e se acentuou a partir de 30 DAT (Figura 4 B). Tais observações indicam que não houve problemas de desenvolvimento das plantas devido às diluições de efluente usados na fertirrigação. Neves et al (2005) avaliaram o desenvolvimento da cultivar de girassol ornamental Sunbright em solução nutritiva, usando dois substratos diferentes (brita e sílica), comparado ao cultivo convencional em vasos contendo solo. Os valores máximos de área foliar obtidos aos 42 dias

após a emergência foram 1.210 e 1.103 dm² para a brita e sílica, respectivamente, e 596 dm² para o cultivo em vaso com solo. Em relação ao padrão desejável, os autores consideraram excessivo para comercialização em vasos o desenvolvimento das plantas nos substratos.

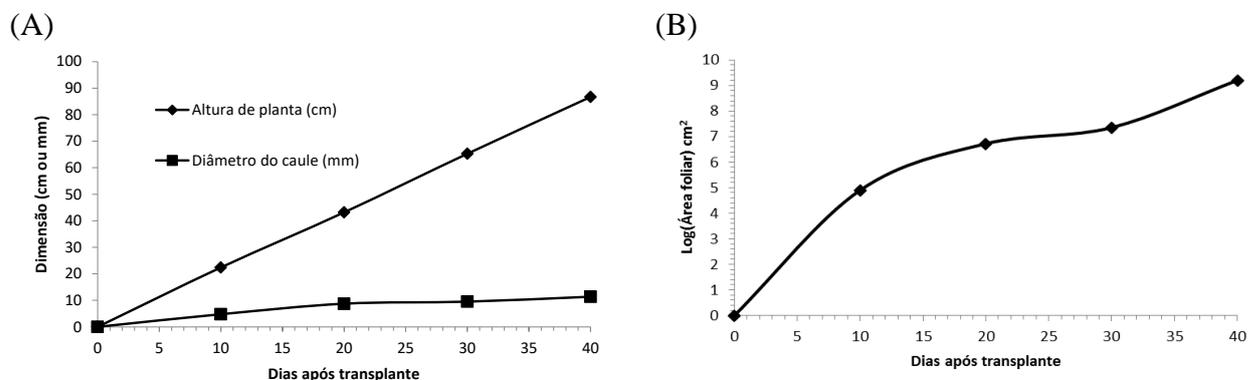


Figura 4. Evolução das dimensões das plantas de girassol ornamental em função da data de amostragem: A – altura de planta e diâmetro do caule, B – logaritmo da área foliar.

O desdobramento da interação de cultivares de girassol ornamental versus diluição do efluente indica efeito com regressões significativas para as cultivares Sol Vermelho e Sol Noturno e tendência de aumento da altura de plantas com a redução da proporção de efluente na água de abastecimento, apesar de que, para a cultivar Sol Noturno, o aumento ocorreu até diluição aproximada de 50% (Figura 5).

Os resultados desta pesquisa são corroborados por Andrade et al. (2015), que avaliou quatro genótipos de girassol irrigado com água residuária de esgoto doméstico e água de abastecimento e observaram efeito significativo do tipo de água de irrigação sobre altura de planta. Os autores atribuem este comportamento às elevadas concentrações de nitrogênio e fósforo presentes no efluente. No trabalho desenvolvido por Souza et al. (2010), em que foram testados os efeitos de doses de húmus e tipo de água sobre o girassol ornamental BRS OÁSIS, também foram registrados incrementos significativos na altura de plantas com o uso da água residuária, desde a primeira época de avaliação até a colheita.

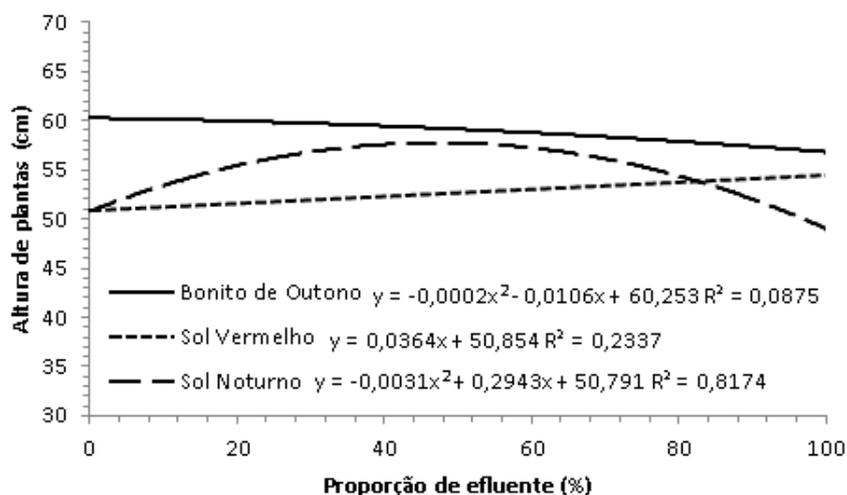


Figura 5. Altura de plantas de girassol ornamental em função da dose de efluente dentro de cada variedade de girassol ornamental.

Foi observado um decréscimo quadrático no DC à medida que se aumentava a concentração do efluente (Figura 6), que foi de 14% entre as diluições zero e 100%. A altura da planta é uma característica importante para o girassol, relacionada à sustentação da planta e a menor ocorrência de tombamento da cultura. Para Leonardo et al. (2007) a redução do crescimento se deve à salinidade do efluente, que causa diminuição da disponibilidade de água às plantas devido ao efeito osmótico, o que requer maior gasto de energia das plantas para absorver água e, por consequência, afeta seu crescimento. Andrade et. al (2015) avaliou plantas do girassol irrigado com água residuária proveniente de esgoto doméstico e de abastecimento; a comparação de médias não revelou efeito significativo do DC das plantas em todas as épocas de avaliação. Por outro lado, Souza et al. (2010) verificaram em todas as datas de avaliação, incrementos de DC de plantas de girassol devido a aplicação de água residuária e Sampaio et al. (2011) para mudas de meloeiro 'Amarelo Ouro'.

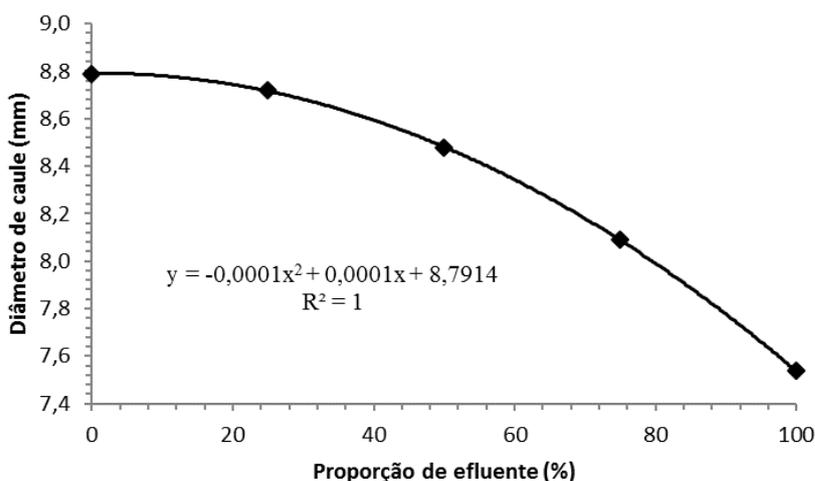


Figura 6. Diâmetro do caule de plantas de girassol em função de doses de efluente de piscicultura

5.3 Produção de flores

Os resultados da análise da variância não revelaram efeito significativo da diluição do efluente da piscicultura sobre as variáveis de produção das flores do girassol ornamental: diâmetro externo do capítulo (DE), diâmetro interno do capítulo (DI), número de pétalas (NP) e duração pós-florescimento (DPF). Também não se verificou significância da interação entre os fatores cultivares (Tabela 3), exceto sobre as variáveis DI e DPF ($p < 0,01$) e NP ($p < 0,05$).

Tabela 3. Resumo da análise da variância de características das flores de girassol ornamental fertirrigado com efluente de piscicultura

Fontes de variação	Quadrado Médio			
	Diâmetro externo	Diâmetro interno	Número de pétalas	DPF
Efluente	0,487 ^{ns}	0,022 ^{ns}	43,52 ^{ns}	2,54 ^{ns}
Cultivar	1,419 ^{ns}	2,582*	664,65**	16,70*
Efluente x cultivar	1,498 ^{ns}	0,549 ^{ns}	34,35 ^{ns}	3,32 ^{ns}
Resíduo	2,306	0,716	33,16	5,13
Média	12,20 cm	5,88 cm	29,65	9,39 dias
CV (%)	12	14	19	24

**significativo ($p < 0,01$); *significativo ($p < 0,05$); ^{ns}não significativo; DPF: dias pós florescimento.

A comparação das médias das cultivares para as variáveis de produção de flores (Tabela 4) mostra que, para DE as três cultivares não diferiram entre si, com média de 12 cm, estando esse valor dentro da padronização do tamanho do diâmetro externo dos capítulos. Neste aspecto, SATO et al. (2010), estudando formas de retardo da senescência da cultivar “Sunflower F1 Sumbrite Supreme”, observaram diâmetros externos do capítulo variando entre 8,93 e 13,11 cm e classificaram-nos como médios e grandes, respectivamente.

Em relação a DI, os maiores valores foram da Bonito de Outono (6,15 cm), que diferiu Sol Vermelho (5,45 cm), tais valores são superiores aos encontrados no estudo realizado por Santos Júnior et.al (2016), que avaliou a produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. Os autores encontraram valores de DI reduzidos à medida que se aumentou a salinidade da solução nutritiva, sendo que as cultivares “Sol-Noturno” e “Bonito-de-Outono” apresentaram DI médio de 3,6 cm, e as plantas da cultivar “Anão-de-Jardim” apresentaram média de 2,65 cm.

A cultivar Bonito de Outono apresentou o maior número de pétalas (35), estatisticamente superior às demais, enquanto que o menor número (23) foi da cultivar Sol Vermelho. Neste estudo, as flores estão dentro das exigências comerciais, pois a Sakata Seed Corporation (2003) recomenda valores de diâmetro de inflorescência entre 10 e 15 cm de bráctea. Portanto, entre as três cultivares, a Bonito de Outono é a mais indicada para a utilização do efluente da piscicultura, devido ao maior número de pétalas e DE, sendo essa a característica

de maior importância no que tange à produção de flores para comercialização.

Tabela 4. Médias das variáveis diâmetro externo (DE), diâmetro interno (DI), número de pétalas (NP) e duração pós-florescimento (DPF) entre cultivares de girassol ornamental.

Cultivar	DE (cm)	DI (cm)	NP	DPF
Bonito Outono	12,42 A	6,15 A	34,90 A	10,21 A
Sol Vermelho	12,29 A	5,45 B	23,11 C	8,33 B
Sol Noturno	11,90 A	6,01 AB	30,32 B	9,55 AB

Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

5.4 Massa de matéria fresca da parte aérea

A diluição do efluente de piscicultura exerceu efeito significativo ($p < 0,01$) apenas sobre a massa fresca da parte aérea do girassol ornamental (MFPA), enquanto que a massa seca da parte aérea (MSPA) foi influenciada ($p < 0,05$) apenas pelas cultivares (Tabela 5), não havendo efeito significativo da interação entre os dois fatores.

Tabela 5. Resumo da análise de variância da fitomassa fresca da parte aérea (MFPA) e fitomassa seca da parte aérea (MSPA) do girassol fertirrigado com efluente de piscicultura.

Fontes de Variação	Quadrados Médios	
	MFPA (g)	MSPA (g)
Efluente	8934**	127 ^{ns}
Cultivar	3374 ^{ns}	398*
Efluente x cultivar	822 ^{ns}	122 ^{ns}
Resíduo	1455	95
Média geral	165,5	28,5
CV (%)	23	34

Nota: **significativo ($p < 0,01$); *significativo ($p < 0,05$); ^{ns}não significativo.

Fonte: Acervo pessoal (2017)

A utilização de 100% de efluente da piscicultura na fertirrigação do girassol promoveu decréscimo de 34% na MFPA em relação à água de abastecimento (Figura 7). O efeito da diluição do efluente somente sobre MFPA indica ter influenciado o teor de água nos tecidos das plantas. Neste sentido, Nobre et al. (2010), estudaram o efeito de águas com CE entre 0,5 e 4,9 dS m⁻¹ sobre crescimento e floração do girassol e comentaram que a diminuição do potencial osmótico no meio atua de forma negativa sobre o processo fisiológico, reduzindo a absorção de água pelas raízes e reduzindo o crescimento das plantas. Neste aspecto, Ayers & Westcot (1999) relatam diminuição linear desta variável a partir da salinidade da água de 0,5 dS m⁻¹. Já Andrade et al. (2015) observou-se que houve efeito significativo na variável fitomassa seca da parte aérea do girassol em todas as épocas de avaliação apenas para o fator dose de esterco, sendo observado o efeito quadrático das doses de esterco para esta variável.

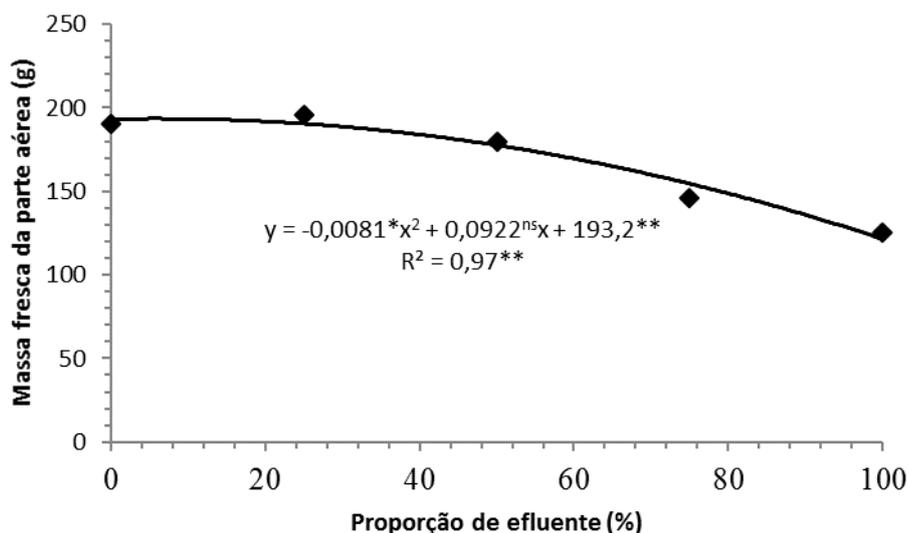


Figura 7. Massa fresca da parte aérea do girassol ornamental em função da proporção de efluente de piscicultura em relação à água de abastecimento.

Em relação à MSPA do girassol ornamental, a cultivar Sol Noturno apresentou o maior valor (33,72 g), enquanto que a cultivar Sol Vermelho apresentou o menor valor (24,56 g) e a Bonito de Outono não diferiu das outras duas.

5.5 Macronutrientes e micronutrientes no tecido foliar do girassol

Os macronutrientes K^+ e Ca^{++} receberam efeito significativo individual do fator diluição do efluente ($p < 0,01$), tendo o Ca^{++} recebido também o efeito individual das cultivares ($p < 0,01$), conforme a Tabela 6. Nesse aspecto, a cultivar Sol Vermelho apresentou teor de cálcio no tecido foliar estatisticamente superior à Sol Noturno (Teste de Tukey – $p < 0,05$), mas nenhuma delas diferiu da Bonito de Outono. Os outros macronutrientes apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre os fatores.

Tabela 6. Resumo da análise da variância para as variáveis teores de macronutrientes do tecido foliar do girassol ornamental fertirrigado com efluente da piscicultura e diluições.

Fontes de Variação	Quadrados Médios					
	K^+	Na^+	Ca^{++}	Mg^{++}	N	P
	g kg⁻¹					
Efluente	8239**	3,08*	79**	7,0**	42 ^{ns}	22 ^{ns}
Cultivar	322 ^{ns}	1,74 ^{ns}	52**	0,5 ^{ns}	125*	10 ^{ns}
Efluente x cultivar	300 ^{ns}	5,98**	17 ^{ns}	2,4*	76*	41*
Resíduo	145	1,14	11	0,9	32	17
Média	70	1,13	19	4,3	32	97
CV (%)	17	94	18	23	18	43

**significativo ($p < 0,01$); *significativo ($p < 0,05$); ^{ns}não significativo; K^+ :Potássio ($g\ kg^{-1}$); Na^+ : Sódio ($g\ kg^{-1}$); Ca^{++} : Cálcio ($g\ kg^{-1}$); Mg^{++} : Magnésio($g\ kg^{-1}$); N: Nitrogênio ($g\ kg^{-1}$) e P: Fósforo ($g\ kg^{-1}$).

Observa-se na Figura 8 que a diluição do efluente de piscicultura exerceu efeito linear sobre os teores de potássio e de cálcio do tecido foliar do girassol ornamental, efeito este que foi positivo para o potássio e negativo para o cálcio. Isto pode indicar o efeito competitivo pela absorção destes cátions, o qual é citado na literatura. O girassol é uma planta muito exigente em potássio, portanto, sua disponibilidade no solo para a produção de girassol deve ser de média a alta, porque sua demanda é elevada (ALMEIDA et al., 2010).

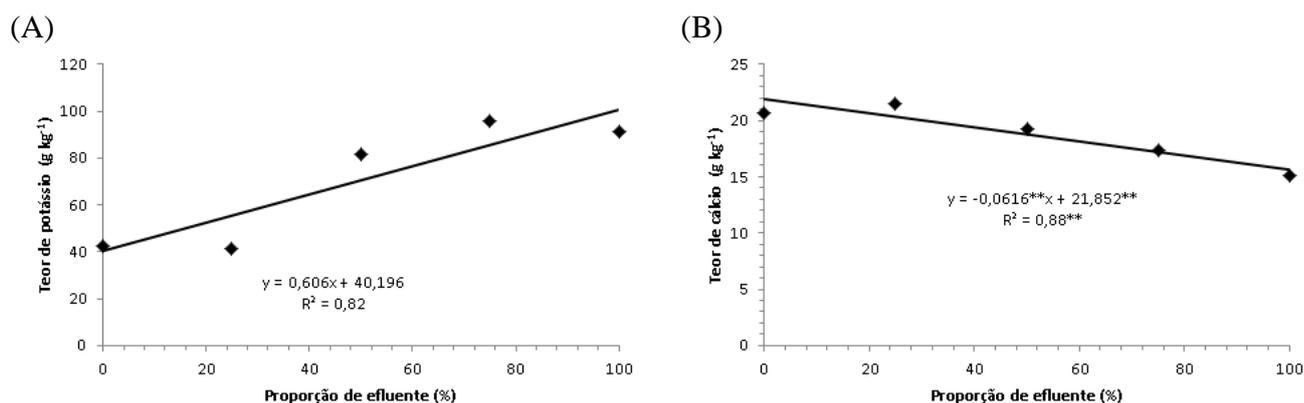


Figura 8. Teores de potássio (A) e de cálcio (B) da parte aérea do girassol ornamental em função da proporção de efluente de piscicultura

Quando se procedeu ao desdobramento das interações significativas, observou-se que para o sódio e para o nitrogênio o efeito da diluição do efluente foi significativo para as cultivares Bonito de Outono e Sol Vermelho. No estudo de Andrade et al (2017), o teor de N apresentou resposta quadrática do teor de N nas plantas de girassol em função das doses de esterco orgânico aplicadas, sendo registrado um incremento de 0,57 g kg⁻¹ de nitrogênio a cada 1% de esterco acrescentado a partir da dose 5% até a dose 10% e, a partir desta dose, cada unidade percentual acrescentada resultou em 0,32 g kg⁻¹ de N.

Quanto ao Magnésio, o efeito foi significativo para as três cultivares, enquanto que para o fósforo apenas a cultivar Sol Vermelho apresentou efeito significativo da diluição do efluente. Em relação ao teor de fósforo, o valor médio encontrado está dentro do limite nutricional aceitável para planta de girassol (MALAVOLTA et al, 1997). Os autores ressaltam que o baixo teor de fósforo disponível no solo é uma das principais limitações ao desenvolvimento da cultura do girassol, tendo em vista que o mesmo atua na fotossíntese, na respiração, no armazenamento e na transferência de energia, na divisão celular, no crescimento das células e em vários outros processos da planta.

Em geral, o efeito da diluição do efluente de piscicultura sobre os teores de Na, Mg, N e P, no tecido foliar das cultivares consideradas, foi quadrático (Figura 9), o que indica que existem proporções de efluente com efeito mais acentuado. Proporções estas que devem ser

melhor estudadas para estabelecer procedimentos de nutrição do girassol ornamental. Estudos realizados por Damasceno et al. (2011), indicaram que na ausência de adubação mineral, a irrigação apenas com efluente tratado supre as necessidades nutricionais das plantas de gérbera, comprovando a importância do reuso para a produção de flores de corte.

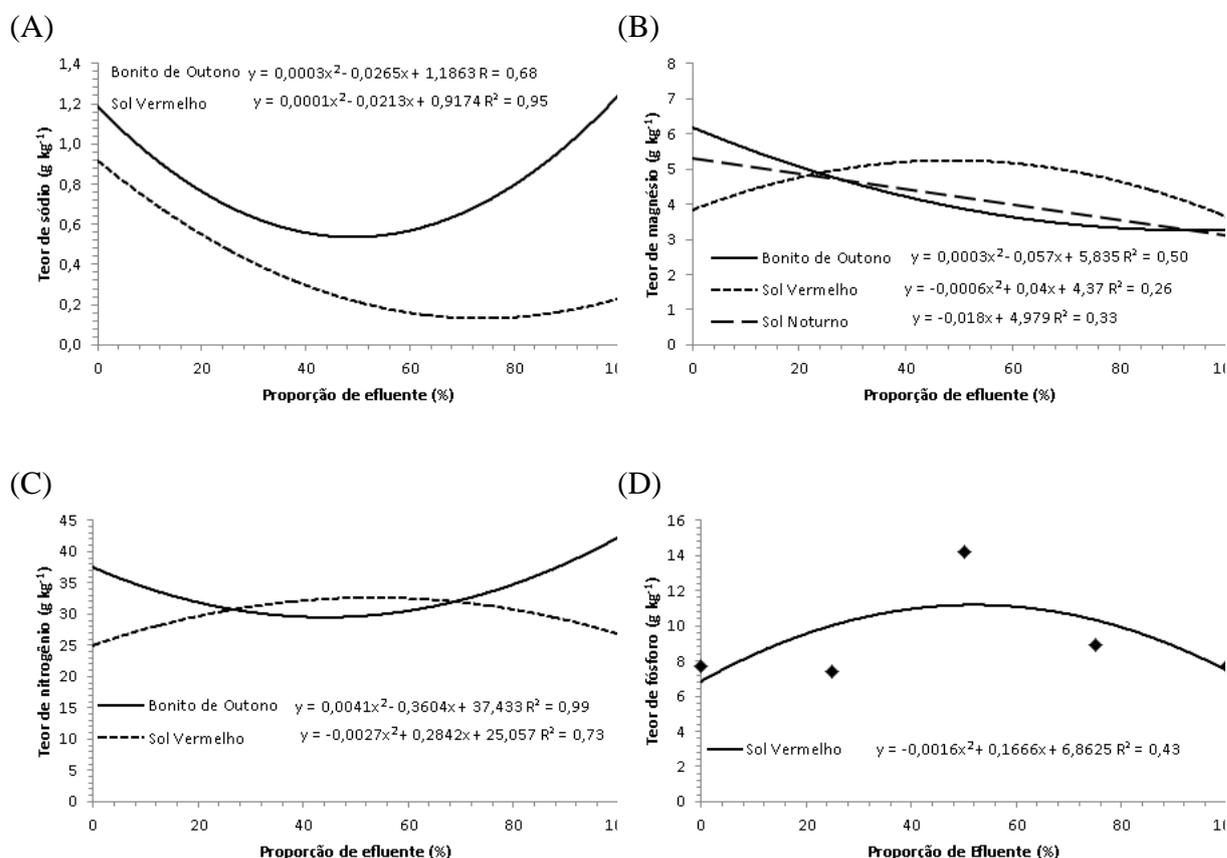


Figura 9. Teores de sódio (A), Magnésio (B), Nitrogênio (C) e Fósforo (D) da parte aérea de três cultivares de girassol ornamental em função da proporção de efluente de piscicultura

Os teores adequados de macronutrientes para o desenvolvimento do girassol são 33-35, 4-7, 20-24, 17-22 e 9-11 g kg⁻¹ para N, P, K, Ca e Mg, respectivamente (Malavolta et al., 1997). Assim sendo, em média os teores da maioria dos macronutrientes estão acima das concentrações adequadas para a cultura em todos os tratamentos.

Os teores de micronutrientes no tecido foliar do girassol ornamental não sofreram efeito significativo das cultivares, mas sofreram efeito significativo ($p < 0,01$) da diluição do efluente de piscicultura, com exceção do Zinco, o qual apresentou efeito ($p < 0,01$) da interação entre os fatores (Tabela 7), porém, após o desdobramento da interação, verificou-se que apenas a cultivar Bonito de Outono apresentou efeito significativo da diluição do efluente. O zinco é componente de numerosas enzimas, sendo necessário também para formação do ácido indol acético (AIA), uma auxina promotora do crescimento das plantas, sua falta acarreta no

encurtamento dos internódios, resultando na formação de rosetas nas folhas (Epstein,1975).

Tabela 7. Resumo da análise da variância ornamental dos teores de Cu, Mn, Fe e Zn do tecido foliar do girassol fertirrigado com efluente da piscicultura e diluições.

Fontes de Variação	Quadrados médios			
	Cobre	Manganês	Ferro	Zinco
Efluente	0,09**	147**	12,9**	1,4 ^{ns}
Cultivar	0,0003 ^{ns}	31 ^{ns}	0,9 ^{ns}	2,1 ^{ns}
Efluente x cultivar	0,01 ^{ns}	34 ^{ns}	1,9 ^{ns}	4,4**
Resíduo	0,009	31	2,1	1,6
Média	0,205	16	5,2	4,9
CV (%)	45	35	28	25

**significativo ($p < 0,01$); *significativo ($p < 0,05$); ^{ns}não significativo; Cobre (g kg^{-1}); Manganês (g kg^{-1}); Ferro (g kg^{-1}) e Zinco (g kg^{-1}).

Em geral, o efeito do aumento da proporção do efluente de piscicultura foi de diminuir de forma quadrática os teores dos micronutrientes no tecido foliar do girassol ornamental (Figura 10). Apesar de que o teor de manganês diminuiu linearmente com o aumento da proporção do efluente e o teor de ferro apresentou aumento a partir da diluição de 75%.

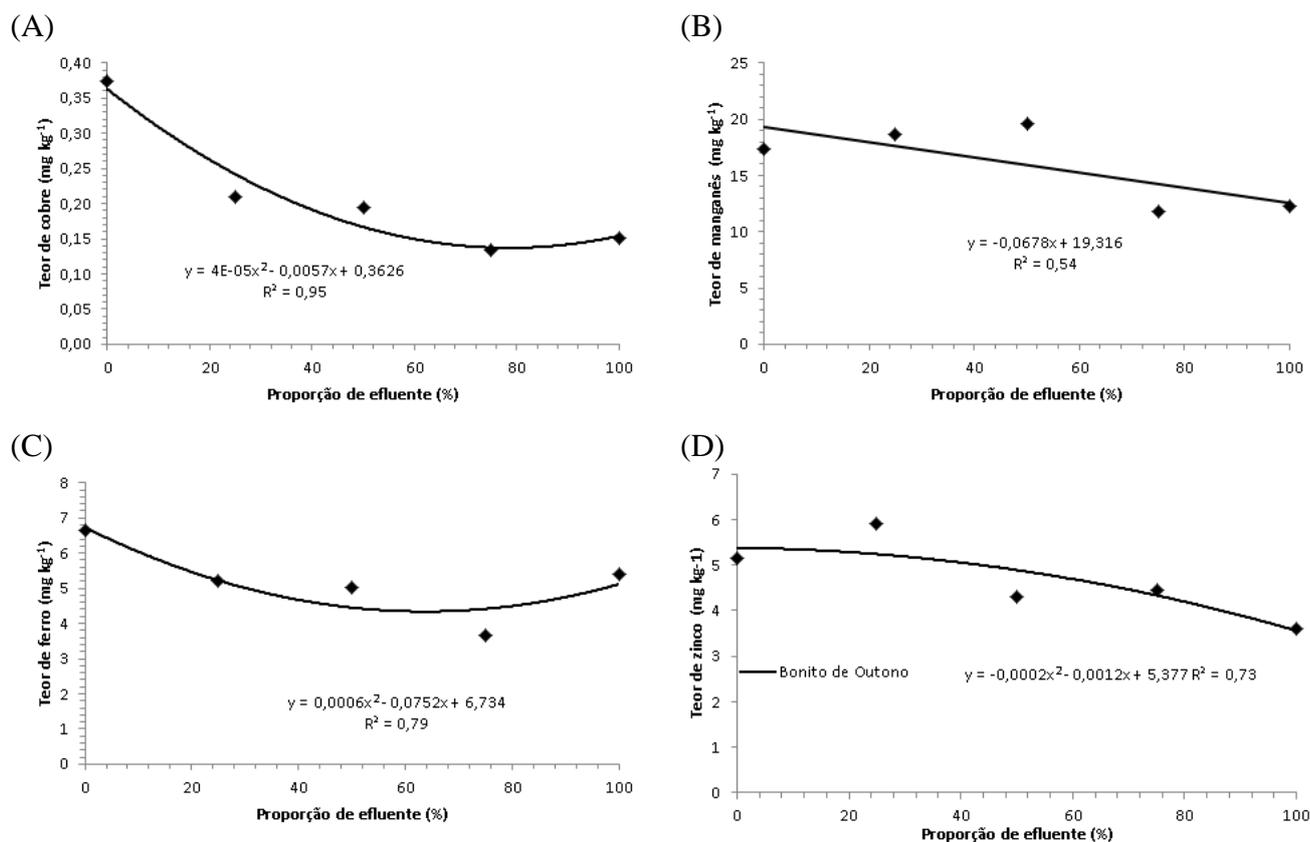


Figura 10. Teores de cobre (A), Manganês (B), Ferro (C) e Zinco (D) da parte aérea de três cultivares de girassol ornamental em função da proporção de efluente de piscicultura.

Os resultados evidenciam que as plantas de girassol fertirrigado com efluente da piscicultura bruto ou diluído em 50% com água potável apresentaram taxas de crescimento

significativamente maiores quando comparados com aquelas irrigadas com água de abastecimento. De acordo com Asgharipour & Azizmoghaddam (2012) as menores taxas de crescimento das plantas irrigadas com água de abastecimento, em comparação com aquelas irrigadas com efluentes, provavelmente foram atribuídas à menor disponibilidade de nutrientes na água de abastecimento, o que pode ter influenciado negativamente o aumento da área da superfície celular.

6 CONCLUSÕES

1. O aumento da proporção de efluente de piscicultura na solução de fertirrigação das cultivares de girassol causou diminuição da massa fresca da parte aérea e do diâmetro do caule do girassol ornamental, enquanto que o efeito sobre a altura das plantas dependeu da cultivar.
2. A utilização efluente na cultura do girassol promoveu, em relação à utilização de água de abastecimento, um decréscimo de 34% na Massa Fresca da Parte Aérea entre as doses de 0 a 100%, sendo para este caso indicado a diluição de 25%;
3. A proporção de efluente da piscicultura não influenciou as características comerciais das flores do girassol ornamental, entre as quais se destacou a cultivar Bonito de Outono.
4. Os teores de macronutrientes e de micronutrientes no tecido foliar do girassol ornamental foi influenciado pela proporção de efluente de piscicultura, sendo que para os teores de nitrogênio, fósforo e zinco essa influência dependeu da cultivar.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asgharipour, M. R.; Azizmoghaddam, H. R. Effects of raw and diluted municipal sewage effluente with micronutrient foliar sprays on the growth and nutrient concentration of foxtail millet in southeast Iran. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v.19, p. 441-449, 2012.
- Almeida, O. A. Qualidade da água de irrigação. 1 ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 227p.
- Almeida, A. E. S.; Costa, F. E.; Soares, C. S., Torres, F. E., Santos, P. A. Desenvolvimento comparativo do girassol sob diferentes doses de potássio. In: IV Congresso Brasileiro de Mamona, I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energética, 2010.
- Andrade, L. O.; Nobre, R. G.; Dias, N. S.; Cheyi, H. R.; Soares, F. A. L.; Nascimento, E. C. S. Morfometria de plantas de girassol ornamental e atributos químicos de um solo irrigado com água residuária e adubado com esterco. *Científica*, v. 43, p. 268-279, 2015.
- Andrade, L. O.; Gheyi, H. R., Dias, N. S., Nobre, R. G. Dias, N. S. Teor de macronutrientes em girassol ornamental sob doses de esterco e efluente doméstico. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 12, p. 607-611, 2017.
- Anefalos, L. C.; Guilhoto, J. J. M. Estrutura do mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais. *Agricultura em São Paulo*, v. 50, p. 41-63, 2003.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 13.969. Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997, 60p.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. Traduzida por Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F.; Damaceno, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO 29, 1999).
- Aquastat website - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Water uses (FAO). 2015b.
- Aquastat website - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Maps and spatial data - Global interactive maps by theme: Proportion of total water withdrawal withdrawn for agriculture. 2015c.
- Bataglia, O. C.; Furlani, A. M. C.; Teixeira, J. P. F.; Furlani, P. R.; Gallo, J. R. Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).
- Batista, R. O.; Oliveira, R. A.; Santos, D. B. dos; Oliveira, A. de F. M.; Azevedo, C. A. V. de; Medeiros, S. de S. Obstrução e uniformidade de aplicação em sistemas de irrigação por gotejamento aplicando-se efluente da suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, p. 698-705, 2013.
- Borghetti, J. R.; Ostrensky, A. Pesca e aquicultura de água doce no Brasil. In: Rebouças, A. C.; Tundisi, J. G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, p. 451-474, 1999.

- Brasil. Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). O potencial brasileiro para a aquicultura. Brasília: MPA, 2011.
- Brasil. Ministério da Integração Nacional. Delimitação do semi-árido brasileiro. Brasília: MI/SPDR, 2005a. 32p.
- Brasil. Resolução CONAMA Nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357/2005. Brasília, 2011. 89p.
- Agência Nacional de Águas – ANA. Ministério do Meio Ambiente. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2014. Brasília: ANA, 2015, 107p.
- Carmo, C. A. F. S.; Araújo, W. S.; Bernardi, A. C. C.; Saldanha, M. F. C. Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000, 41 p.
- Castiglioni, V. B. R.; Balla, A.; Castro, C.; Silveira, J. M. Fases de desenvolvimento da planta de girassol. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997, 24p. EMBRAPA-CNPSO. (Documentos, 59).
- Ceará. Resolução COEMA Nº 2 de 2 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as Portarias SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº 111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 21 de fevereiro de 2017. Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, 2002.
- Condé, M. S.; Homem, B. G. C.; Almeida Neto, O. B. de; Santiago, A. M. F. Influência da aplicação de águas residuárias de criatórios de animais no solo: atributos químicos e físicos. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 2, p. 99-106, 2012.
- Connor, J. D.; Sandras, V. O. Physiology of yield expression in sunflower. Field Crops Research, p. 333-389, 1992.
- Damasceno, L. M. O.; Andrade Junior, A. S.; Cheyi, H. R.; Dias, N. S.; Silva, C. O. Composição nutricional foliar da gérbera irrigada com efluente doméstico tratado. Revista Caatinga, v. 24, p. 121-128, 2011.
- Eiflér, V. L. B. Registro fotográfico: Fases de desenvolvimento da planta de girassol. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997, 24p. EMBRAPA-CNPSO. (Documentos, 59) – Embrapa Florestas.
- Epstein, E. Nutrição Mineral das plantas, princípios e perspectivas. Rio de Janeiro, livros técnicos e científicos. 1975, p.344.
- FAO. Food and Agriculture Organization. Fisheries and Aquaculture Department Statistics, 2009.
- FAO. Fisheries and Aquaculture Department. Fisheries and Aquaculture and Climate Change. Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Department. 2012a, 237p.

- Gomes, D. P.; Leite, R. M. V. B. C.; Moraes, M. F. H.; Kronka, A. Z.; Torres, S. B. Salinidade de sementes de girassol provenientes de três municípios do Estado do Maranhão. *Revista Caatinga*, v.21, p.55-63, 2008.
- Herpin, U.; Gloaguen, T. V.; Fonseca, A. F.; Montes, C. R.; Mendonca, F. C.; Piveli, R. P.; Breulmann, G.; Forti, M. C.; Melfi, A. J. Chemical effects on the soil plant system in a secondary treated wastewater irrigated coffee plantation – a pilot field study in Brazil. *Agricultural Water Management*, v. 89, p.105-115, 2007.
- 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.
- Kubitza, F. Qualidade da água na produção de peixes – Parte II. *Revista Panorama da Aqüicultura*, v. 8, p. 35-41, 1998.
- Leite, R. M. V. B. C., Castro, C.; Brighenti, A. M.; Oliveira, A. O; Carvalho, C. G.; Oliveira, A. C. B. Indicações para o Cultivo de Girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima. Embrapa Soja, 2015. 36p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 78).
- Leonardo, M.; Broetto, F. Bôas, R. L. V.; Almeida, R. S.; Marchese, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. *Revista Irriga*, v. 12, p. 73, 2007.
- Lopes, P. V. L. Martins, M. C.; Tamai, M. A.; Oliveira, A. C. B.; Carvalho, C. G. P. Produtividade de genótipos de girassol em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, v. 208. 2009, 4p.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, A. S. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1997, 319p.
- Maldaner, I. C.; Heldwein, A. B.; Loose, L. H.; Lucas, D. D. P.; Guse, F. I.; Bortoluzzi, M. P. Métodos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol, *Ciência Rural*, v. 39, p.1356-1361, 2009.
- Medeiros, S. S.; Cavalcante, A. M. B.; Perez Marin, A. M.; Tinoco, L. B. M.; Salcedo, I. H.; Pinto, T. F. Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro. Campina Grande: INSA, 2012. 103p.
- Neves, M. B., Buzetti, S., Castilho, R. M. M., Boaro, S. F. Desenvolvimento de plantas de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em vasos, em dois substratos com solução nutritiva e em solo. *Científica*, v. 33, p. 127-133, 2005.
- Nobre, R. G.; Andrade, L. O.; Soares, F. A. L.; Gheyi, H. R.; Figueiredo, G. R. G.; Silva, L. A. Vigor do girassol (*Helianthus annuus* L.) sob diferentes qualidades de água. *Educação Agrícola Superior, Brasília*, v. 23, p. 58-60, 2008.
- Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Correia, K. G.; Soares, F. A. L.; Andrade, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, p.358-365, 2010.

- Nogueira, A. C. Criação de tilápias em tanques-rede. Salvador: Sebrae Bahia, 2007. 23 p.
- Novais, R. F.; Neves, J. C. L.; Barros, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: EMBRAPA. 1991. 392p. (EMBRAPA-SEA. Documentos, 3).
- Oliveira, E. G.; Santos, F. J. S. Conservação e uso racional de água: Integração aquicultura-agricultura. In: Medeiros, S. S.; Gheyi, H. R.; Galvão, C. O.; Paz, V. P. S. (Eds 16). Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, p.113-161, 2011.
- Philippi Júnior, A. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: Mancuso, C. S. A.; Santos, H. F. (Eds). Reúso de água. Barueri, SP: Manole, p.37-95, 2003.
- Rebouças, J. R. L.; Dias, N. S.; Gonzaga, M. I. S.; Gheyi, H. R.; Neto, O. N. S. Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. Revista Caatinga, v. 23, p.97-102, 2010.
- Rice, E. W.; Baird, R. B.; Clesceri, A. D. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22. ed. Washington: APHA, AWWA, WPCR, 2012. 1496p.
- Rossi, R. O girassol. Curitiba: Tecnogro. 1998. p. 333.
- Roubach, R.; Correia, E. S.; Zaiden, S.; Martino, R. C.; Cavalli, R. O. Aquicultura Brasileira. Revista Panorama da Aquicultura, v. 13, p. 47-57, 2003.
- Sabbag, O. J.; Rozales, R. dos R.; Tarsitana, M. A. A.; Silveira, A. N. Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. Revista Custos e Agronegócio, v. 3, p. 86-100, 2007.
- Sakata Seed Corporation. Sakata's reliable seeds: flower seed catalogue 2001-2003. Bragança Paulista: Sakata Sementes Agroflora, 2003, 99p.
- Santos, C. F.; Schistek, H.; Oberhofer, M. No semi-árido, viver é aprender a conviver: conhecendo o semiárido, em busca da convivência. Sobradinho: Articulação Popular São Francisco Vivo, 2007. 48p.
- Saraiva, V. M.; Konig, A. Productivity Purple-Elephant-Grass Irrigated With Treated Domestic Sewage in the Semiarid Potiguar and its Uses. Holos, v. 29, p.28, 2013.
- Sampaio, P. R. F.; Almeida, J. P. N.; Mota, A. F.; Costa, L. R.; Gurgel, M. T. Utilização de águas residuárias na germinação e desenvolvimento inicial de mudas de meloeiro 'Amarelo Ouro'. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 6, p. 179-187, 2011.
- Santos Júnior, J. A.; Gheyi, H. R.; Cavalcante, A. R.; Dias, N. S.; Medeiros, S. S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. Engenharia Agrícola, v. 36, p. 420-432, 2016.

- Sato, O.; Castro, A. M. C.; Chimbo Júnior, A.; Carvalho, F. K.; Silva, D. P.; Santos, K. H. Resíduos orgânicos como fonte de nitrogênio no retardo da senescência em girassol ornamental. *Varia Scientia Agrárias*, v. 1, p. 21-31, 2010.
- Schneiter, A. A.; Miller, J. F. Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, v.21, p. 901-903, 1981.
- Souza, R. M.; Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Soares, F. A. L. Utilização de água residuária e adubação orgânica no cultivo do girassol. *Revista Caatinga*, v. 23, p. 125-133, 2010.
- Travassos, K. D. Registro fotográfico do objeto e da área estudo. Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, 2009.
- Travassos, K. D.; Soares, F. A. L.; Gheyi, H. R.; Silva, D. R. S.; Nascimento, A. K. S.; Dias, N. S. Produção de aquênio do girassol irrigado com água salobra. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, p. 371-376, 2011.
- Van Der Hoek., W. et al. Urban wastewater: a valuable resource for agriculture; a case study from horoonabad, Pakistan. Colombo: International Water Management Institute. 2002. 29 p. (Research Report, 63).
- Winrock International Índia. Urban wastewater: livelihoods, health and environmental impacts in Índia. Colombo: IWMI, 2007. 22p. Research Report. Net.
- World Bank. Fish to 2030: Prospects for fisheries and aquaculture. Washington: WORLD BANK/FAO/ IFPRI/AES, 2013. 80p. (World Bank Report, n. 83177-GLB).
- Zobiolo, 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.