



**Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola
Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**



**CULTIVO DO GIRASSOL IRRIGADO COM EFLUENTE
DOMÉSTICO TRATADO E ADUBAÇÕES ORGÂNICA E
INORGÂNICA**

MSc. Helder Morais Mendes Barros

**Campina Grande - PB
Agosto - 2013**

Helder Morais Mendes Barros
Engenheiro Agrícola, MSc.

**Cultivo do girassol irrigado com efluente doméstico tratado e
adubações orgânica e inorgânica**

Orientador:

Prof. DSc. Hans Raj Gheyi

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola com ênfase em Irrigação e Drenagem.

**Campina Grande - PB
Agosto - 2013**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- B277c Barros, Helder Morais Mendes.
Cultivo do girassol irrigado com efluente doméstico tratado e adubações orgânica e inorgânica / Helder Morais Mendes Barros. – Campina Grande, 2013.
151 f. : il. Color.
- Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2013.
- "Orientação: Prof. Dr. Hans Raj Gheyi".
Referências.
1. *Helianthus Annuus*. 2. Nitrogênio. 3. Esterco Bovino.
I. Greyi, Hans Raj. II. Título.

CDU 633.85(043)



ATA DA DEFESA PARA CONCESSÃO DO GRAU DE DOUTOR EM ENGENHARIA AGRÍCOLA, REALIZADA EM 30 DE AGOSTO DE 2013 (102)


CANDIDATO: HELDER MORAIS MENDES BARROS


COMISSÃO EXAMINADORA: Hans Raj Gheyi - Orientador - UAEA/UFCG; Leandro de Oliveira Andrade - Examinador - CCA/UEPB; Nildo da Silva Dias - Examinador - UFERSA; Carlos Alberto Vieira Azevedo - Examinador - UAEA/UFCG; Vera Lúcia Antunes de Lima - Examinadora - UAEA/UFCG e Frederico Antônio Loureiro Soares - Examinador - IFET/GO (PORTARIA COPEAG-DS 12/2013)

TÍTULO: CULTIVO DO GIRASSOL IRRIGAÇÃO COM EFLUENTE DOMÉSTICO TRATADO E ADUBAÇÕES ORGÂNICA E INORGÂNICA


ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Irrigação e Drenagem
LOCAL: Auditório do Laboratório de Irrigação e Salinidade.
Horário: 09h:00min

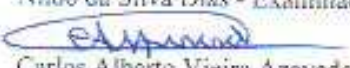
Em sessão pública, após exposição de cerca de 50 minutos, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema de sua Tese, sendo Aprovado, com modificações no texto, de acordo com as exigências da Comissão Examinadora, que deverão ser cumpridas no prazo máximo de 30 (trinta) dias. Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é assinada por mim, Gilson Lino de Sousa, aluno e demais membros da Comissão Examinadora presentes. Campina Grande, PB, 30 de agosto de 2013.

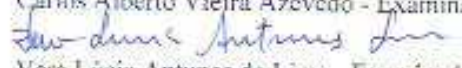

Gilson Lino de Sousa - Secretário da Copeag


Hans Raj Gheyi - Orientador

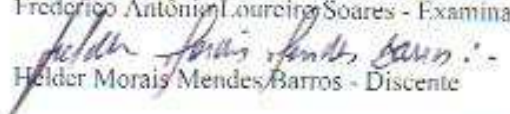

Leandro de Oliveira Andrade - Examinador


Nildo da Silva Dias - Examinador


Carlos Alberto Vieira Azevedo - Examinador


Vera Lúcia Antunes de Lima - Examinadora


Frederico Antônio Loureiro Soares - Examinador


Helder Moraes Mendes Barros - Discente

AGOSTO DE 2013

*Não apenas essa Tese, mas todas as
minhas conquistas são dedicadas a
minha esposa Karinne,
companheira de hoje e sempre, aos
meus pais, irmãos e parentes que em
nenhum momento deixaram de
apoiar e acreditar em me.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo, nosso Deus, todo poderoso, meu Anjo da Guarda, a Meishu-Sama e até a Krishna, por toda força e orientação que me dispuseram para a conclusão deste trabalho.

À pessoa mais importante da minha vida hoje, Karinne Lopes, essa pessoa linda que enviaram para me ensinar. Ensinando a cada dia, a cada minuto o que a vida pode nos proporcionar. Por tudo que ela significa em minha vida, por todas as demonstrações de amor, carinho, cumplicidade, incentivo e por toda a paciência do mundo, nos momentos em que eu mais preciso estar do meu lado e principalmente por proporcionar os melhores dias de felicidade da minha vida. Ofereço-te essa etapa, pois ela sabe que não é só minha, mas é nossa.

Aos meus pais, Vandinho e Nilda, por tudo que fizeram para me, pois se hoje sou o que sou, integro, honesto, amigo, sincero e de bom caráter, eles foram o principal motivo disso, e aos meus irmãos, Herbert e Hemmelly.

À Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade concedida à realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, a qual permitiu a condução do presente trabalho e a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral- CATI por ter cedido às sementes do Girassol.

Ao meu orientador Dr. Hans Raj Gheyi, pelos ensinamentos durante o curso, assim como, pela compreensão, incentivo, consideração, respeito, amizade e imensurável contribuição na execução desse trabalho.

À coordenação e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, pelos conhecimentos técnico-científicos repassados; e aos funcionários do Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), em especial, aos amigos Doutor e Wilson, pela colaboração inestimável colaboração com essa tese.

A Gilson e Aparecida pela atenção e ajuda dadas sempre que necessitei durante todo o curso.

Aos Professores Leandro de Oliveira Andrade e Nildo da Silva Dias agradeço de imenso coração, por toda dedicação e ajuda, pela amizade conquistada, por todo o incentivo, carinho e da honestidade que tiveram comigo ontem e hoje.

Aos amigos Valfísio, Allan Nunes, Diego, Doroteu, Pedro Henrique e Elka que junto comigo passaram por várias dificuldades, mas a cada dia superando mais um obstáculo a caminho do sucesso,

As Amigas, Michele da Silva Santos e Kaline Dantas Travassos, pelas valiosas ajudas e incentivos constantes, onde essas pessoas foram as que me ensinaram o verdadeiro sentido de amizade.

Aos componentes da banca examinadora, Prof. DSc. Carlos Alberto Vieira de Azevedo, Prof. DSc. Frederico Antônio Loureiro Soares e Prof.^a DSc. Vera Lúcia Antunes de Lima, pois quando precisamos sempre temos bons amigos para ajudar e contribuir.

Finalmente, gostaria de agradecer a todas as pessoas que não foram mencionadas, aqueles que de uma forma ou de outra auxiliaram na realização do sucesso deste trabalho. Agradeço imensamente.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim” – Chico Xavier

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| LISTA DE FIGURAS | ix |
| LISTA DE TABELAS | xii |
| RESUMO | xiv |
| ABSTRACT | xv |
| 1. INTRODUÇÃO | 16 |
| 2. OBJETIVOS | 19 |
| 2.1. Objetivo geral | 19 |
| 2.2. Objetivos específicos | 19 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA | 21 |
| 3.1. Aspectos gerais da cultura de girassol | 21 |
| 3.2. Reúso de água na agricultura | 24 |
| 3.3. Vantagens e desvantagens do reúso de água | 27 |
| 3.4. Tratamento de águas residuárias | 28 |
| 3.5. Reúso na floricultura | 29 |
| 3.6. Adubação nitrogenada | 30 |
| 3.7. Adubação orgânica | 32 |
| 3.7.1. Esterco bovino | 33 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 36 |
| 4.1. Localização e caracterização da área | 36 |
| 4.2. Tratamento e delineamento experimental | 37 |
| 4.3. Características químicas do solo e esterco | 38 |
| 4.4. Características da variedade do girassol estudada | 40 |
| 4.5. Instalação e condução do experimento | 40 |
| 4.6. Semeadura, irrigação e lixiviação. | 42 |
| 4.7. Adubação, tratos culturais e polinização. | 44 |
| 4.8. Variáveis analisadas | 45 |
| 4.8.1. Percentagem de germinação (%PG) | 46 |
| 4.8.2. Índice de velocidade de emergência (IVE) | 46 |
| 4.8.3. Altura da planta (AP), Número de folhas (NF) e Diâmetro de caule (DC) | 47 |
| 4.8.4. Área foliar (AF) | 47 |
| 4.8.5. Fitomassas (FFPA, FSPA, FFR, FSR e FST) | 48 |
| 4.8.6. Teor de água na planta (TAP) | 49 |
| 4.8.7. Relação raiz/parte aérea (R/PA) | 49 |
| 4.8.8. Diâmetro interno, externo do capítulo (DI e DE) e número de pétalas (NP) | 50 |
| 4.8.9. Peso de aquênios (PA), número de aquênios (NA) e peso de 100 aquênios (P100) | 51 |
| 4.8.10. Taxa de crescimento absoluto (TCA) | 51 |
| 4.8.11. Taxa de crescimento relativo TCR) | 52 |
| 4.9. Consumo de água (CAP) | 52 |
| 4.10. Análise estatística | 53 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 54 |
| 5.1. Adubação Inorgânica | 54 |
| 5.1.1. Percentagem de germinação (%PG) e Índice de velocidade de emergência (IVE) | 54 |
| 5.1.2. Altura de plantas (AP) | 56 |

| | |
|--|-----|
| 5.1.3. Taxa de crescimento absoluto da altura de planta (TCAAP) | 62 |
| 5.1.4. Taxa de crescimento relativo da altura de planta (TCRAP) | 63 |
| 5.1.5. Diâmetro caulinar (DC) | 64 |
| 5.1.6. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar (TCADC) | 70 |
| 5.1.7. Taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar (TCRDC) | 72 |
| 5.1.8. Número de folhas (NF) | 74 |
| 5.1.9. Área foliar (AF) | 79 |
| 5.1.10. Fitomassas | 81 |
| 5.1.11. Relação raiz/parte aérea (R/PA) e Teor de água na planta (TAP) | 84 |
| 5.1.12. Diâmetro interno, externo do capítulo (DI e DE) e número de pétalas (NP) | 85 |
| 5.1.13. Peso de aquênios (PA), número de aquênios (NA) e peso de 100 aquênios (P100A), número de aquênios viáveis (NAV) e número de aquênios não viáveis (NANV). | 87 |
| 5.1.14. Consumo de água (CAP) | 89 |
| 5.2. Adubação Orgânica | 91 |
| 5.2.1. Percentagem de germinação (%PG) e Índice de velocidade de emergência (IVE) | 91 |
| 5.2.2. Altura de plantas (AP) | 92 |
| 5.2.3. Taxa de crescimento absoluto da altura de planta (TCAAP) | 98 |
| 5.2.4. Taxa de crescimento relativo da altura de planta (TCRAP) | 101 |
| 5.2.5. Diâmetro caulinar (DC) | 103 |
| 5.2.6. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar (TCADC) | 109 |
| 5.2.7. Taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar (TCRDC) | 113 |
| 5.2.8. Número de folhas (NF) | 115 |
| 5.2.9. Área foliar (AF) | 120 |
| 5.2.10. Fitomassas | 122 |
| 5.2.11. Relação raiz/parte aérea (R/PA) e Teor de água na planta (TAP) | 125 |
| 5.2.12. Diâmetro interno, externo do capítulo (DI e DE) e número de pétalas (NP) | 127 |
| 5.2.13. Peso de aquênios (PA), número de aquênios (NA) e peso de 100 aquênios (P100A), número de aquênios viáveis (NAV) e número de aquênios não viáveis (NANV). | 128 |
| 5.2.14. Consumo de água (CAP) | 131 |
| 6. CONCLUSÕES | 133 |
| 7. RECOMENDAÇÕES | 135 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 136 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Vista da Casa de Vegetação – Fonte: Google Earth | 40 |
| Figura 2 – Girassol (<i>Helianthus annuus</i> L. var. Catissol 01). Fonte: Arquivo pessoal. | 40 |
| Figura 3 – Vaso plástico (A) e detalhe do sistema de drenagem (B). Fonte: Arquivo pessoal | 41 |
| Figura 4 – Germinação de 10 sementes por vaso. Fonte: Arquivo pessoal | 42 |
| Figura 5 – Vista da estação de tratamento. Fonte: Arquivo pessoal | 44 |
| Figura 6 – 3º Desbaste em cada vaso. Fonte: Arquivo pessoal | 45 |
| Figura 7 – Medição de altura e contagem das folhas (A); Detalhe do Paquímetro digital na medição do diâmetro do caule (B). Fonte: Arquivo pessoal | 47 |
| Figura 8 – Medição da nervura central da folha. Fonte: Arquivo pessoal | 48 |
| Figura 9 – Medição dos Diâmetros Internos e Externos do Capítulo. Fonte: Arquivo pessoal | 50 |
| Figura 10 - Evolução da altura da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água de abastecimento em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo. | 58 |
| Figura 11 - Evolução da altura da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água residuária em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo. | 59 |
| Figura 12 - Evolução da altura da planta ao longo do 2º ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água de abastecimento em função dos dias após o plantio. | 60 |
| Figura 13. Evolução da altura da planta ao longo do 2º ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água residuária em função dos dias após o plantio. | 61 |
| Figura 14 – Taxa de crescimento absoluto da altura de girassol no período entre 15 -30 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica no 2º ciclo. | 63 |
| Figura 15 - Evolução do diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água de abastecimento em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo. | 67 |
| Figura 16 - Evolução do diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água residuária em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo. | 68 |
| Figura 17 - Evolução do diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água de abastecimento em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo. | 69 |
| Figura 18 - Evolução do diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água residuária em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo. | 70 |
| Figura 19 – Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar do girassol no período entre 15 -30 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica no 2º ciclo. | 72 |
| Figura 20 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água de abastecimento em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo. | 76 |
| Figura 21 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado | 77 |

| | |
|--|-----|
| com água residuária em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo. | |
| Figura 22 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água de abastecimento em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo. | 78 |
| Figura 23 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água residuária em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo. | 79 |
| Figura 24 - Peso de 100 aquênios (P100A) em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para o 1º ciclo. | 89 |
| Figura 25 - Evolução da altura da planta ao longo do ciclo do girassol irrigado com água de abastecimento para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio. 1º ciclo | 95 |
| Figura 26 - Evolução da altura da planta ao longo do ciclo do girassol irrigado com água residuária para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo. | 96 |
| Figura 27 - Evolução da altura da planta ao longo do ciclo do girassol irrigado com água de abastecimento para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo. | 97 |
| Figura 28 - Evolução da altura da planta ao longo do ciclo do girassol irrigado com água residuária para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo. | 98 |
| Figura 29 - Taxa de crescimento absoluto no período de 31 a 45 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para o 2º ciclo. | 101 |
| Figura 30 - Taxa de crescimento relativo da altura de girassol no período entre 31 - 45 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica no 2º ciclo. | 103 |
| Figura 31 - Evolução do Diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol com água de abastecimento para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo. | 106 |
| Figura 32 - Evolução do Diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol com água residuária para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo. | 107 |
| Figura 33 - Evolução do Diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol com água de abastecimento para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo. | 108 |
| Figura 34 - Evolução do Diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol com água residuária para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo. | 109 |
| Figura 35 - Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar nos períodos de avaliação realizada entre 15-30 do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para o 1º ciclo. | 112 |
| Figura 36 - Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar nos períodos de avaliação realizada entre 31-45 (TCADC2) do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para o 2º ciclo. | 112 |
| Figura 37 - Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar nos períodos de avaliação realizada entre 46-60 (TCADC3) do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para o 2º ciclo. | 113 |
| Figura 38 - Taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar nos períodos de avaliação realizada entre 15-30 (TCRDC1), do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica. 1º ciclo. | 115 |

| | |
|---|-----|
| Figura 39 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol com água de abastecimento para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo. | 117 |
| Figura 40 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol com água residuária para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo. | 118 |
| Figura 41 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol com água de abastecimento para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para 2º ciclo. | 119 |
| Figura 42 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol com água residuária para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para 2º ciclo. | 120 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Análise química do esterco utilizado nos experimentos | 39 |
| Tabela 2. Análise química do solo utilizado nos experimentos | 39 |
| Tabela 3. Análise química das águas utilizadas nos experimentos | 43 |
| Tabela 4. Anova e médias da Percentagem de germinação (%PG) e do índice de velocidade de emergência (IVE) das plantas de girassol aos 10 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos. | 55 |
| Tabela 5. Anova e médias da Altura das plantas de girassol aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos. | 57 |
| Tabela 6. Anova e médias da taxa de crescimento absoluto da altura de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos. | 62 |
| Tabela 7. Anova e médias da taxa de crescimento relativo da altura de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos. | 64 |
| Tabela 8. Anova e médias do diâmetro caulinar de plantas de girassol aos 15, 30, 45 e 60 dias o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos. | 66 |
| Tabela 9. Anova e médias da taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos. | 71 |
| Tabela 10. Anova e médias da taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos. | 73 |
| Tabela 11. Anova e médias do número de folhas de plantas de girassol aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos. | 75 |
| Tabela 12. Anova e médias da Área Foliar das plantas de girassol aos 15 e 30 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos. | 80 |
| Tabela 13. Anova e médias da fitomassa fresca da parte área (FFPA), fitomassa seca da parte área (FSPA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR) e fitomassa seca total (FST), em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos. | 83 |
| Tabela 14. Anova e médias da relação raiz/parte aérea (R/PA) e teor de água na planta (TAP), em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos. | 84 |
| Tabela 15. Anova e médias do número de pétalas (NP), diâmetro interno (DI) e diâmetro externo (DE) do capítulo do girassol, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos. | 86 |
| Tabela 16. Anova e médias do Peso de aquênios (PA), números total de aquênios (NA), peso de 100 aquênios (P100A), número de aquênios viáveis (NAV) e número de aquênios não viáveis (NANV), em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos. | 88 |
| Tabela 17. Anova e médias do consumo da água pela planta, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica nos dois ciclos avaliados. | 90 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 18. Anova e médias do índice de velocidade de emergência (IVE) e percentagem de germinação (%PG) das plantas de girassol aos 10 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos. | 92 |
| Tabela 19. Anova e médias da Altura das plantas de girassol aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos. | 94 |
| Tabela 20. Anova e médias da taxa de crescimento absoluto da altura de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos. | 100 |
| Tabela 21. Anova e médias da taxa de crescimento relativo da altura de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos. | 102 |
| Tabela 22. Anova e médias do diâmetro caulinar de plantas de girassol aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos. | 105 |
| Tabela 23. Anova e médias da taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos. | 111 |
| Tabela 24. Anova e médias da taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos. | 114 |
| Tabela 25. Anova e médias do número de folhas de plantas de girassol aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos. | 116 |
| Tabela 26. Anova e médias da Área Foliar das plantas de girassol aos 15 e 30 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos. | 121 |
| Tabela 27. Anova e médias da fitomassa fresca da parte área (FFPA), fitomassa seca da parte área (FSPA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR) e fitomassa seca total (FST), em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos. | 124 |
| Tabela 28. Anova e médias da relação raiz/parte aérea (R/PA) e teor de água na planta (TAP), em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos. | 126 |
| Tabela 29. Anova e médias do número de pétalas (NP), diâmetro interno (DI) e diâmetro externo (DE) do capítulo do girassol, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos. | 128 |
| Tabela 30. Anova e médias do Peso de aquênios (PA), números total de aquênios (NA), peso de 100 aquênios (P100A), número de aquênios viáveis (NAV) e número de aquênios não viáveis (NANV), em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos. | 130 |
| Tabela 31. Anova e médias do consumo da água pela planta, em função da água de irrigação e da adubação orgânica nos dois ciclos avaliados. | 132 |

RESUMO

O girassol está inserido entre as espécies vegetais de maior potencial para a produção de energia renovável no Brasil, e a sua ampla adaptação as diferentes condições climáticas, faz dela uma cultura muito promissória para o Nordeste brasileiro. Neste trabalho foram conduzidos dois experimentos, por dois ciclos da cultura em cada experimento. Os tratamentos nos dois experimentos foram dispostos em blocos inteiramente casualizados, no primeiro experimento com esquema fatorial 5 (doses de adubação) x 2 (tipos de água), com 5 repetições, totalizando 50 unidades experimentais. Já o segundo experimento com esquema fatorial 4 (doses de adubação) x 2 (tipos de água) + 2 (testemunhas), com 5 repetições, totalizando 50 unidades experimentais. No primeiro experimento as 5 doses de adubação inorgânica foram: 60, 80, 100, 120 e 140% de N e no segundo experimento, as 4 doses de adubação orgânico foram: 7,5; 10,0; 12,5 e 15,0% de esterco bovino curtido em base peso. Foram analisadas: %PG, IVE, AP, NF, DC, AF, Fitomassas, DI, DE, PA, NA, P100, NAV, NANV, TCA, TCR e CAP, em que os resultados foram submetidos a análises de variância e de regressão, para àquelas que obtiveram efeitos significativos. A água residuária mostrou-se eficaz para a irrigação do girassol com adubações inorgânicas, ao promover acréscimos consideráveis em relação à água de abastecimento. A maioria das variáveis de produção do girassol apresentaram superiores quando se utilizou irrigação com água residuária em relação à água de abastecimento. Com relação à média do diâmetro interno e externo do capítulo do girassol avaliado, nos experimentos com adubação inorgânica e orgânica os resultados mostraram a superioridade da água residuária se comparada à água de abastecimento. As plantas de girassol apresentaram melhores resultados para variáveis de produção com água de abastecimento para adubação orgânica, com exceção a variável número de aquênios não viáveis. A dosagem que obteve melhores resultados foi o esterco bovino na dosagem de 12,5%.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., nitrogênio, esterco bovino

ABSTRACT

The sunflower is inserted between the plant species with the greatest potential for renewable energy production in Brazil, and its wide adaptation to different climatic conditions, makes it a very promissory culture to the Brazilian Northeast. In this work, two experiments were conducted, two cycles culture of each experiment. The treatments in two experiments were arranged in completely randomized block, the first experiment with a factorial 5 (fertilization doses) x 2 (type of water), with 5 replications, total of 50 experimental units. The second factorial experiment with 4 (doses of fertilization) x 2 (type of water) + 2 (witnesses), with 5 replications, total of 50 experimental units. In the first experiment, 5 doses of inorganic fertilizer were: 60, 80, 100, 120 and 140% of N and the second experiment, 4 doses of organic fertilizer were 7.5, 10.0, 12.5 and 15.0% of dung bovine tanned in basis weight. Were analyzed: %PG, IVE, AP, NF, DC, AF, Fitomassas, DI, DE, PA, NA, P100, NAV, NANV, TCA, TCR and CAP, where the results were submitted to analysis of variance and regression, for those who obtained significant effects. The wastewater was effective for irrigation of sunflower with inorganic fertilizers, to promote significant increases in relation to the water supply. Most variables had higher production of sunflower when used with irrigation wastewater in relation to the water supply. Regarding the average inner and outer diameter of the chapter assessed on Sunflower, in experiments with inorganic and organic fertilization results showed the superiority of wastewater compared to water supply. The sunflower plants showed better results for production variables with water supply for organic fertilization, except the number of nonviable achene variable. The dosage that achieved better results was the dung bovine at a dose of 12.5%.

Keywords: *Helianthus annuus* L., nitrogen, dung bovine.

1 INTRODUÇÃO

O girassol está inserido entre as espécies vegetais de maior potencial para a produção de energia renovável no Brasil, é matéria-prima para a produção de biocombustível, e uma importante opção para o produtor agrícola que trabalha em sistemas envolvendo rotação ou sucessão de culturas (EMBRAPA SOJA, 2009) e proporciona, ao mercado, um óleo comestível de elevado valor nutritivo (PELEGRINI, 1985).

O girassol é uma das poucas plantas das quais o homem pode explorar quase toda sua totalidade: produz óleo de boa qualidade (teor que oscilar entre 38 e 48%), tem alto valor nutricional tanto para a alimentação humana como animal na forma de silagem é opção de forragem, serve como adubação verde, isolante térmico, isolante acústico em construções civis (UNGARO, 1986) e como herbicida natural (ALVES, 2008). Atualmente, está despertando grande interesse mundial, pois representa uma nova alternativa de mercado para a produção de matéria-prima na obtenção de biocombustíveis, em função do elevado teor de óleo e de sua ampla adaptação as diferentes regiões edafoclimáticas (DALL' AGNOL *et al.*, 2005).

O girassol é pouco exigente em água, porém seu desenvolvimento é alterado com a deficiência hídrica dos solos. Como, a água é fator limitante para a produção agrícola, na região semiárida, em que comumente se tem baixas e irregulares precipitações pluviométricas, podendo comprometer significativamente a produção agrícola (SANTOS *et al.*, 2009).

Muitos países, especialmente em regiões áridas e semiáridas têm incluído a reutilização da água no planejamento de recursos hídricos, haja vista que a escassez de água de boa qualidade tem limitado o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola.

Nesse sentido, a preocupação com os efluentes são parte integrante do plano nacional dos recursos hídricos de vários países (TANJI, 1997; BOUWER, 2000). Em alguns casos, como Jordânia e Arábia Saudita, tem havido uma política nacional para reutilização de todos os efluentes gerados (PESCOD, 1992).

Segundo Beekman (1996), estudos realizados na Califórnia, Israel e Portugal têm demonstrado que diversas culturas irrigadas com águas residuária requerem pouca ou nenhuma complementação adicional de fertilizantes químicos ou orgânicos. Guidolin (2006) cita ainda, que em Amman, Jordânia, onde a precipitação média é de aproximadamente 100 mm por ano, os esgotos são tratados em um sistema de lagoas de estabilização e encaminhados à barragem de King Tahial, onde, após a diluição, são utilizados para irrigação.

Atualmente em Israel, a produção de águas residuárias é de $500 \text{ Mm}^3 \text{ ano}^{-1}$, sendo $370 \text{ Mm}^3 \text{ ano}^{-1}$ sendo, portanto, reutilizadas 75% dessas águas, principalmente na irrigação agrícola; com expectativa de ampliação (ROCHA *et al.*, 2010).

No Brasil, dentre os principais fatores que vieram a contribuir para que, nos últimos anos, aumentasse o interesse pela irrigação com efluentes, está à escassez de recursos hídricos, o avanço do conhecimento técnico-científico, a legislação ambiental mais rigorosa e atuante, o maior controle da poluição ambiental, a diminuição dos custos de tratamento com solo devido à atuação, disposição e fornecimento de nutrientes e matéria orgânica às plantas, reduzindo os custos com fertilizantes químicos comerciais (SANDRI, 2003).

Por desempenhar funções relevantes no metabolismo do girassol, o nitrogênio tem sido objeto de vários estudos nos quais se objetiva averiguar a sua importância nas características morfológicas da cultura e seus eventuais reflexos na produtividade. Biscaro *et al.* (2008) comprovaram que o aumento da adubação nitrogenada proporciona incremento das variáveis vegetativas e produtivas do girassol. Os fatores de produção, água e adubação nitrogenada, além de limitarem a produção agrícola carecem de um consenso a respeito dos níveis ótimos a serem aplicados. Os excessos desses fatores de produção podem refletir no insucesso da cultura em condições de campo (MOUSINHO *et al.*, 2003).

Dentre as vantagens do adubo mineral, pode ser citada a rápida resposta das plantas, visto que apresentam desenvolvimento acelerado em razão de suas necessidades

imediatas serem atendidas. Um fator negativo diz respeito ao fato dos fertilizantes minerais terem alto custo para o produtor devido ao gasto energético com a produção e transporte até a propriedade rural, além de efeitos negativos sobre a vida microbiana do solo, sua degradação, salinização, acidificação e desertificação, quando utilizados de forma inadequada (CHABOUSSOU, 1980).

Na utilização do adubo orgânico, ocorre a liberação gradual dos nutrientes à medida que são demandados para o crescimento da planta. Se os nutrientes forem imediatamente disponibilizados no solo, como ocorre com os fertilizantes químicos, podem ser perdidos por volatilização (em especial o nitrogênio), fixação (fósforo) ou lixiviação (principalmente, o potássio) (SEVERINO *et al.*, 2004).

Com relação à água residuária, embora haja várias vantagens inerentes ao uso e reúso de tais efluentes na agricultura, Bastos *et al.* (2003) alertam para a possibilidade da existência de micro-organismos patogênicos na água de esgoto doméstico tratado podendo sua utilização, de forma negligenciada, envolver sérios riscos à saúde humana. Desta maneira, a utilização da água de reúso para a produção de culturas destinadas a biocombustíveis, minimiza as possíveis contaminações humanas e contribui para a promoção de uma agricultura cada vez mais sustentável.

Colocadas tais considerações, o presente trabalho visa quantificar os efeitos isolados, e em conjunto dos tratamentos composto por quatro doses de nitrogênio e quatro doses de esterco bovino e por água residuária doméstica tratada na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.), em vaso.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar os efeitos do uso de água residuária tratada utilizada na irrigação associada à adubação orgânica e inorgânica no cultivo do girassol (*Helianthus annuus* L.).

2.2. Objetivos específicos

- Analisar a germinação, o crescimento e a produção do girassol irrigado sob efeito de adubação orgânica e irrigação com água de efluente doméstico cultivado em vaso em dois ciclos consecutivos;
- Determinar a eficiência do uso de água no cultivo do girassol em função da água residuária e adubação orgânica e interações destes fatores;
- Determinar os efeitos sobre as variáveis de germinação, crescimento, desenvolvimento e produção do girassol, em resposta às diferentes doses de esterco bovino como fonte de adubação orgânica cultivado em vaso em dois ciclos consecutivos;
- Analisar a germinação, o crescimento e a produção do girassol irrigado sob efeito de adubação inorgânica e irrigação com água de efluente doméstico cultivado em vaso em dois ciclos consecutivos;

- Determinar a eficiência do uso de água no cultivo do girassol em função da água residuária e adubação inorgânica e interações destes fatores;
- Determinar os efeitos sobre as variáveis de germinação, crescimento, desenvolvimento e produção do girassol, em resposta às diferentes doses de nitrogênio como fonte de adubação inorgânica cultivado em vaso em dois ciclos consecutivos;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aspectos gerais da cultura do girassol

Durante muito tempo, acreditou-se que o girassol (*Helianthus annuus* L.) era procedente do Peru (VRÂNCEANU, 1977). Mais tarde, por evidências arqueológicas, pôde-se constatar que os índios norte americanos faziam o uso do girassol, com pelo menos uma referência indicando seu cultivo nos Estados do Arizona e no Novo México, por volta de 3.000 anos a.C. (DALL´AGNOL *et al.*, 2005).

Na América do Sul, o girassol foi introduzido em meados do século XIX por imigrantes russos, na Argentina. A sua utilização era em hortas para o consumo humano e para alimentar aves (PASCALE, 1994). As primeiras referências sobre o cultivo do girassol no Brasil datam de 1924, embora se presuma que a cultura tenha entrado no Rio Grande do Sul no final do século XIX, trazida pelas primeiras levas de colonos europeus. Os primeiros plantios comerciais foram feitos no Rio Grande do Sul, no final da década de 1940 (DALL´AGNOL *et al.*, 2005).

O girassol inteiro pode ser utilizado como adubo verde, forragem e silagem; as raízes podem ser aproveitadas como matéria orgânica e reciclagem de nutrientes, visando à melhoria do solo (UNGARO, 1986). As folhas podem ser usadas como herbicidas naturais (ALVES, 2008). Das sementes ricas em proteína, pode-se extrair o óleo, que é utilizado na alimentação humana, no biodiesel e em cosméticos, razão pelo qual se destaca entre as cinco maiores culturas oleaginosas produtoras de óleo vegetal comestível, atrás apenas da soja, do algodão, da colza e do amendoim (MOREIRA,

2007). Na cultura indígena, as pétalas e as sementes do girassol são aproveitadas para obter os pigmentos (MOREIRA, 2007).

Em termos de produção de grãos (aquênios), os quatro maiores produtores são: Rússia, Ucrânia, Argentina e China que, juntos, correspondem a mais da metade (53,3%) da produção mundial da commodity (FAGUNDES *et al.*, 2007). O girassol responde por cerca de 13% de todo o óleo vegetal produzido no mundo e vem apresentando índices crescentes de produção e área plantada em nível mundial (USDA, 2005).

O Brasil, apesar do enorme potencial, não se destaca como um dos dez maiores produtores mundiais de girassol, ocupando, discretamente, apenas a 27ª posição (FAO, 2011), participando com aproximadamente 0,5% da produção mundial nos últimos anos (FAGUNDES, 2002). No entanto, a produtividade vem sendo ampliada a cada ano de modo que entre 2000 e 2004 houve um aumento na produção de girassol (grão) no Brasil de 29 mil toneladas para 85,3 mil toneladas, e a área colhida aumentou 48%, passando de 37 mil para 54,7 mil hectares no mesmo período (AGRIANUAL, 2005); na safra 2010/2011 foram produzidos cerca de 102,4 mil toneladas, cultivados cerca de 68.700 ha, com rendimento médio de 1.492 kg ha⁻¹ (CONAB, 2011). Somente o Estado do Mato Grosso corresponde à quase 70% da produção nacional de girassol. Juntos, Mato Grosso, Goiás e Rio Grande do Sul, concentram mais de 90% do total produzido no País (CONAB, 2011).

Na maior parte da área cultivada nos Estados anteriormente citados, a produção ocorre em segunda safra, também referenciada de “safrinha”. Conforme as regionalizações dos mercados, a produções e destinadas a grãos para moagem, girassol para ensilagem, mercados urbanos de vendas de sementes para aves e, mais recentemente, produção de biodiesel (GAZZOLA *et al.*, 2012).

O girassol requer solos férteis, profundos e com boa drenagem, com boas provisões de nitrogênio, fósforo e potássio, para obter altos rendimentos por unidade de área. Contudo a planta também tem a capacidade de se desenvolver em solos inférteis, desde que sejam feitas correções mínimas (CONTIBRASIL, 1981).

Desde que bem manejadas essa oleaginosa apresenta características agrônômicas importantes, como maior resistência à seca, ao frio e ao calor, assim como a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil (LEITE *et al.*, 2007), permitindo que seja cultivado também no Nordeste brasileiro devido, principalmente, à necessidade de se aumentar a oferta da matéria-prima, que está longe de ser suficiente para suprir a demanda vinda não só das usinas de biodiesel como, também, do setor alimentício. Normalmente, o girassol tem boa tolerância à faixa de temperatura de 8 a 34°C uma produção sem redução significativa, indicando adaptação a regiões com dias quentes e noites frias, porém, a temperatura ótima para seu desenvolvimento é entre 27 e 28°C (CARVALHO *et al.*, 2007).

A exigência nutricional da cultura de girassol varia em função da fase fenológica em que se encontra; na fase vegetativa, até 30 dias após a emergência (DAE) o girassol necessita de pouca quantidade de nutrientes, e a maior absorção de nutrientes e água e, conseqüentemente, maior desenvolvimento, ocorre a partir dos 30 DAE no estado vegetativo até o florescimento pleno (CASTRO e OLIVEIRA, 2005).

O girassol também é uma das culturas mais sensíveis à deficiência de boro, podendo ser utilizada, segundo Schuster e Stephenson (1940), como planta indicadora do nível de disponibilidade de boro no solo. O nitrogênio, depois do boro, é o segundo nutriente mais exigido na cultura do girassol, o qual absorve 41kg de N por 1000kg de grãos produzidos, podendo ser tanto a partir da adubação quanto através de restos culturais, exportando 56% do total absorvido (CASTRO e OLIVEIRA, 2005). Entretanto, Blamey *et al.* (1997) argumentaram que o nitrogênio é o maior limitante nutricional na produtividade do girassol, proporcionando redução de até 60% de seu potencial de produção em decorrência da sua deficiência.

A lâmina de água requerida pelo girassol ainda não está bem definida, mas na maioria dos casos 400 a 500 mm de água bem distribuídos ao longo do ciclo, resultam em rendimentos próximos ao potencial máximo (CASTRO e FARIAS, 2005). Uma pesquisa direcionada para verificar o efeito da salinidade nas diferentes fases fenológicas da cultura e diferentes lâminas de água, segundo a FAO (2004), para a cultura de girassol, a porcentagem total média de água usada nos diferentes períodos de crescimento se situa por volta de 20% durante o período vegetativo, 55% durante o

florescimento, restando 25% para o período de enchimento de grãos e um estresse hídrico em qualquer um desses períodos, provocado pelo efeito da salinidade, acarretará em prejuízos irreparáveis na produção.

3.2. Reúso de água na agricultura

Segundo Brega Filho e Mancuso (2003), entende-se por reúso de água o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original, podendo ser direto ou indireto, e decorrer de ações planejadas ou não. Tornando-se uma alternativa potencial de racionalização da água, o reúso tende a ser um eficiente instrumento para a gestão dos recursos hídricos no Brasil (BERNARDI, 2003).

Os primeiros registros acerca do reúso de águas na agricultura, como irrigação, estão associados com as construções dos sistemas de esgotamento dos palácios e das cidades antigas da Civilização Minóica, na Ilha de Creta, na Grécia Antiga, de 3000 a 1200 a.C (FELIZATTO, 2001).

O reúso de água tem se tornado muito popular no mundo e o espectro de suas aplicações tem se desenvolvido bastante, como resultado da crescente demanda por este recurso (MADWAL e TARAZI, 2002).

Rodrigues (2005) estudou esta temática e verificou que alguns países têm apresentado progressos significantes pela definição de regras, regulamentos e investimentos em projetos estratégicos, como é o caso dos Estados Unidos, Israel, Tunísia, África do Sul, França, Itália, Espanha e México.

Entre os países que praticam o reúso planejado de águas na agricultura, está a Itália, onde existe uma grande discrepância entre a situação legal e a real. Devido às grandes restrições legais para o reúso agrícola, os fazendeiros fazem uso de água residuária na irrigação, mesmo sem autorização, para minimizar os efeitos da escassez. Dessa forma, águas residuárias são utilizadas para irrigação de grande variedade de

culturas, havendo forte pressão para que novas culturas possam ser incorporadas em áreas irrigadas por efluentes (CAPRA e SCICOLONE, 2004).

No Brasil a partir da promulgação da Lei nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), também ofereceu fundamentos jurídicos para a racionalização do uso, e conseqüentemente condicionantes legais para o reúso da água, alternativa viável na preservação e conservação ambiental. A Lei tem como um de seus objetivos “a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável”. Define também, como conteúdo mínimo dos planos de recursos hídricos, “as metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis” (SANTOS *et al.*, 2008).

A importância especial ao reúso foi dada na Agenda 21, a qual recomendou aos países participantes da ECO a implementação de políticas de gestão dirigidas para o uso e reciclagem de efluentes, integrando proteção de saúde pública de grupos de risco, com práticas ambientais adequadas (SANTOS *et al.*, 2008).

No entanto, a utilização da água residuárias deve atender a regulamentação do país que a utiliza, no Brasil a resolução do CONAMA número 357 de 2005 (BRASIL, 2005a) está em pleno curso, e estabelece os padrões para o lançamento de efluentes. Segundo a resolução número 54 de 2005 (BRASIL, 2005b) o reúso é considerado parte integrante da política nacional de gestão de recursos hídricos.

De acordo com Theiveyanathana *et al.*, (2004), um sexto das terras agricultáveis no mundo são irrigadas e delas provém um terço da produção de alimentos global. Porém, um terço das terras irrigadas no mundo, e, aproximadamente, a metade delas localizadas no semiárido e regiões áridas.

A região semiárida do Nordeste do Brasil é caracterizada por apresentar um curto período chuvoso, temperatura elevada e alta taxa de evaporação. Quanto à quantidade de água no solo disponível às plantas, nessa região, registra-se uma deficiência hídrica na grande maioria dos meses do ano. Desta forma o reúso planejado de águas na agricultura é uma medida para atenuar o problema da escassez hídrica no semiárido, sendo uma alternativa para os agricultores localizados especificamente nas áreas circunvizinhas das cidades (SOUSA *et al.*, 2003).

De acordo com Hespanhol (2002), 70% das águas consumidas no Brasil são destinadas para a agricultura e afirmou ainda que seja muito provável que até o final da década, este índice chegue próximo aos 80%. Segundo o mesmo, o reúso consciente e planejado de águas de baixa qualidade, ou seja, provenientes de drenagem agrícola, águas salobras, de chuva e esgotos domésticos e industriais, constitui o mais moderno e eficaz instrumento de gestão para garantir a sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos nacionais.

O emprego de água residuária na irrigação pode reduzir os custos de fertilização das culturas, bem como o nível requerido de purificação do efluente e, conseqüentemente, os custos de seu tratamento, já que as águas residuárias contêm nutrientes e o solo e as culturas comportam-se como biofiltros naturais (BRANDÃO *et al.*, 2002).

Segundo Lopeza *et al.*, (2006) a água residuária, além do seu aspecto econômico, tem um relevante impacto na proteção do ambiente por causa da redução da exploração de fontes naturais, em particular da lenta recarga do lençol freático.

León e Cavallini (1999) afirmam que os esgotos tratados constituem adubos naturais para a produção de alimentos, o que pode elevar a produção agrícola e, conseqüentemente, a geração de emprego e retorno econômico. Outro aspecto positivo do reúso é a possibilidade da implantação de zonas agrícolas em áreas desérticas.

Não obstante os benefícios que o uso de águas residuárias oferece para regiões com carência hídrica bem como para preservação ambiental é necessário cuidados, como tratamento e avaliação no intuito de verificar: os aspectos de sodicidade, salinidade, excesso de nutrientes e, sobretudo, sob os aspectos sanitários: bactérias, cistos de protozoários, ovos de helmintos e vírus que criam graves problemas de saúde pública, uma vez que acarretam enfermidades (METCALF e EDDY, 2003).

É consenso geral que a irrigação com esgoto, sem tratamento adequado, pode ser nociva ao meio ambiente, à saúde humana, ao solo, aos aquíferos e às culturas irrigadas, já que tanto o afluente quanto o efluente podem conter certos constituintes poluentes (HARUVY, 1998; MANCUSO e SANTOS, 2003).

Além do mais os custos da utilização de esgotos tratados para a produção de alimentos incluem aqueles referentes à construção e operação das unidades de tratamento, assim como sistemas de distribuição, treinamento de pessoal e medidas de proteção à saúde (HESPANHOL, 2002). Os riscos à saúde pública e ao meio ambiente são preocupações fundamentais quando se trata de reúso de água (ALBINATI *et al.*, 2003).

Hespanhol (2002), afirma que a escolha do método de irrigação e das culturas favorece a minimização dos riscos à saúde de trabalhadores e consumidores, mostrando os fatores que afetam a escolha do processo de irrigação e as medidas preventivas requeridas quando se utilizam águas residuárias tratadas para irrigação.

3.2.1. Vantagens e desvantagens do reúso de água

Segundo Guidolin (2006), o reúso apresenta diversas vantagens do ponto de vista econômico, social e ambiental, dentre as vantagens da reutilização de águas citam-se:

- 1 - Recuperação e economia de água considerando que o consumo médio per capita de água é de 150 - 200 L hab⁻¹ dia⁻¹;
- 2 - Redução nos gastos com fertilizantes químicos e os custos na produção agrícola;
- 3 - Aumento da fertilidade dos solos devido à incorporações de matérias orgânicas, nos esgotos brutos, de nutrientes essenciais às plantas como o nitrogênio (10-100 mg L⁻¹), o fósforo (5-25 mg L⁻¹) e o potássio (10-40 mg L⁻¹), além dos microelementos;
- 4 - Aumento da produção agrícola;
- 5 - A formação de húmus em consequência da mineralização lenta da matéria orgânica dos esgotos, exercendo forte influência nas propriedades físicas e químicas do solo, como a retenção de água;

Além das vantagens citadas, segundo Van Der Hoek *et al.*, (2002), as maiores vantagens do aproveitamento da água residuária para fins agrícolas residem em: conservação da água disponível de boa qualidade e possibilidade de aporte e reciclagem de nutrientes.

Embora existam várias vantagens inerentes ao uso da água de reúso na agricultura, Bastos *et al.*, (2003) alertam para a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos na água de esgoto doméstico tratado e que sua utilização pode, de forma negligenciada, envolver sérios riscos à saúde humana

Entre outras desvantagens listadas, conforme abaixo:

- a) Presença excessiva de nitrogênio pode comprometer culturas pouco tolerantes;
- b) Elevados teores de sais dissolvidos podem provocar a salinização do solo;
- c) Presença de íons específicos (sódio, boro e cloretos) que provoca toxidez a algumas culturas;
- d) Riscos à saúde do trabalhador e usuário dos produtos irrigados, devido à contaminação com microrganismos patogênicos presentes nos esgotos.

3.2.2. Tratamentos de águas residuárias

As opções para tratamento ou recuperação de águas servidas de origem doméstica, agrícola ou industrial envolvem diferentes alternativas, muitas delas onerosas e complexas e outras de baixos custos e simples em sua estrutura (METCALF e EDDY, 2003).

De acordo com Von Sperling (1996), os métodos de tratamento de águas residuárias são classificados em:

- Métodos físicos: Sistemas com atuação de forças físicas como gradeamento, mistura, floculação, centrifugação.

➤ Métodos químicos: Sistemas cuja remoção dos contaminantes é por adição de produtos químicos que promovem sua precipitação, coagulação, adsorção ou desinfecção.

➤ Métodos biológicos: Sistemas com atividade biológica de microrganismos anaeróbios ou aeróbios para remoção da matéria orgânica carbonácea e desnitrificação.

Comparando-se as três categorias de classificação citadas, as técnicas de tratamento utilizando métodos biológicos anaeróbios, estão sendo as de maior destaque em inovações tecnológicas. Estes sistemas de tratamento vêm sendo utilizados com a finalidade de otimizar o processo de tratamento das águas residuárias (VON SPERLING, 1996).

Os reatores anaeróbios são divididos em de baixa e alta taxa de aplicação hidráulica e orgânica. Dentre os reatores anaeróbios podem ser citados: Tanque séptico, tanque imhoff, lagoa anaeróbia, filtro anaeróbio, reator de leito fluidizado, reator de manta de lodo granular expandido (EGSB), reator de leito expandido, Reator Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) (LIMA, 2006).

3.2.3. Reúso de água na floricultura

A viabilidade do uso de água residuária, na área da floricultura tem demonstrado bons resultados nesta prática alternativa e ecológica como observado por Medeiros *et al.* (2007) que estudaram os efeitos do uso de efluente na irrigação de gérbera obtendo resultados que comprovaram a importância como recurso de suprimento potencializador de produtividade compatível ou até mesmo superior às técnicas de produção convencional, baseado em adubação mineral. Em experimento de Cerqueira *et al.* (2008) em que a água residuária foi utilizada como fonte de irrigação no cultivo de helicônias e gladiólos os efeitos deste tratamento, nos componentes de produção, comparado à irrigação convencional não foram significativos, o que significa que o uso

da água residuária é uma forma ecológica que economiza o recurso hídrico de melhor qualidade.

Damasceno *et al.* (2010) avaliaram os efeitos nutricionais sob as variáveis de crescimento, produção e qualidade da gérbera (*Gerbera jamesonii*) quando fertirrigada com efluentes domésticos tratados, e constataram que a água de efluente doméstico tratada poderia ser utilizada na irrigação da gérbera sob condições ambientais específicas, sem reduzir a qualidade ou o tamanho, com ou sem a suplementação de minerais.

Santos Júnior *et al.* (2011) realizaram estudo com objetivo de avaliar os efeitos de doses de boro e da irrigação com dois tipos de água, residuária e de abastecimento, nos componentes de produção do girassol (*Helianthus annuus* L.) cv. EMBRAPA 122/V-2000, onde foi observado também que a irrigação com água residuária influenciou positivamente as variáveis fitomassa fresca e seca das folhas, do caule e da parte aérea, todas ligadas à produção de forragem.

Souza *et al.* (2010) trabalhando com o genótipo ornamental de girassol BRS OÁSIS para corte observaram resultados significativos ainda melhores para o uso da água residuária em relação a água de abastecimento em todas as variáveis estudadas

Vários experimentos com o cultivo do girassol foram desenvolvidos por Lucas Filho *et al.* (2002), Andrade *et al.* (2007), Nobre *et al.* (2008), Souza (2010), Silva *et al.* (2012) e outros, comprovando a eficiência do uso da água residuária como instrumento de irrigação que, além de suprir as necessidades hídricas da cultura ainda serve como fonte de nutrientes para o desenvolvimento da mesma.

3.3. Adubação nitrogenada

O nitrogênio desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol, e a sua deficiência causa a desordem nutricional sendo que esse nutriente é o que mais limita a sua produção, enquanto seu excesso ocasiona decréscimo

na porcentagem de óleo, e doses elevadas podem aumentar a incidência de pragas e doenças, afetando a produção de grãos (SMIDERLE, 2000).

Lobo *et al.* (2006), estudando diferentes dosagens de nitrogênio em girassol, não constatou diferença significativa em nenhum parâmetro de produtividade e qualidade de óleo avaliados com doses que variaram de 50 a 130 kg ha⁻¹.

Contudo, a adubação nitrogenada é a maior responsável pela disponibilidade do N no solo. A adubação nitrogenada promove o crescimento e, ainda reduzir os efeitos da salinidade nas plantas (FLORES *et al.*, 2001); tal fato, deve-se às funções que tal adubação exerce, uma vez que, desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas, entre outros. Estudos têm demonstrado que o acúmulo desses solutos orgânicos eleva a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade e aumenta a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (LACERDA *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2008a).

Considerando que cada safra retira do solo certas quantidades de elementos (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, etc), e que outras quantidades se perdem por lixiviação, é necessário devolver estes nutrientes acrescentando uma porcentagem maior para a próxima safra, só assim se poderá manter a fertilidade do solo e mesmo aumentá-la por longos períodos (MALAVOLTA e ROMERO, 1975).

No entanto, uma adubação excessiva com N deve ser evitada, pois além do desperdício de adubo, provoca crescimento acentuado da parte aérea, desenvolvimento inadequado dos tecidos de sustentação e susceptibilidade ao ataque de fungos e insetos (LEITE, 1997; ROSSI, 1998).

Uma alternativa à adubação nitrogenada é o uso de adubos orgânicos, formados pela decomposição de seres vivos ou de seus excrementos. Até por que, de acordo com Maia e Cantarutti (2004), o nitrogênio total do solo inclui as formas orgânicas, que são as predominantes, e inorgânicas. Para estes autores, embora essa característica nem sempre se relacione com a disponibilidade de N, a relação com o teor de matéria orgânica do solo é sempre estreita.

3.4. Adubação orgânica

O uso de adubos orgânicos é de indiscutível importância tanto para a produtividade das culturas como para a qualidade dos produtos obtidos, especialmente em solos com baixo teor de matéria orgânica. Os adubos orgânicos são considerados agentes condicionadores do solo, por melhorar as condições de cultivo, através da retenção de água e pelo aumento da disponibilidade de nutrientes em forma assimilável pelas raízes (FILGUEIRA, 1982; INGUE, 1984).

Práticas de manejo que visam à adição de adubos orgânicos podem contribuir para conscientização da importância da matéria orgânica na produção agrícola (MELO *et al.*, 2009). Os adubos orgânicos, principalmente o esterco, são amplamente utilizados nas pequenas propriedades agrícolas (agricultura familiar) da região semiárida paraibana, mas são reduzidas as informações sobre a eficiência das práticas usuais de manejo desses adubos (MENEZES e SALCEDO, 2007).

Na atualidade os adubos orgânicos alcançaram grande evidência, devido principalmente ao custo dos adubos minerais, além da grande utilização em sistemas agroecológicos de produção agrícola. Com isso houve grande expansão das certificações de produtos agroecológicos, onde o principal insumo é orgânico. O insumo orgânico, por ser constituído de resíduos produzidos, em geral, na propriedade rural ou das imediações, é uma técnica de baixo custo que vem sendo utilizada na condução de lavouras de pequenos agricultores (SEVERINO *et al.*, 2006).

Podemos observar que os benefícios da adubação orgânica são enumerados por diversos autores (ABREU e ABRAMIDES, 1976; FONSECA e FONSECA, 1988; TAKAHASHI, 1994), pois atua na absorção de minerais, complementando a adubação química, facilitando a penetração das raízes, diminuindo a erosão, permitindo melhor retenção de água no solo, maior arejamento, além do que também promovem o desenvolvimento de microorganismos imprescindíveis ao solo.

Em geral, os adubos orgânicos apresentam teores de macronutrientes muito menores que os dos adubos minerais, além de apresentarem também teores de micronutrientes, e são empregados, sobretudo como fonte de nitrogênio (CORRÊA

JÚNIOR *et al.*, 1994). Desta forma, a utilização do adubo orgânico em relação à aplicação de fertilizantes químicos é representativa, principalmente pela liberação gradual dos nutrientes medida em que são demandados para o crescimento da planta. (SEVERINO *et al.*, 2004). SILVA *et al.* (2008b) pesquisando o efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula, concluíram que o esterco bovino foi a melhor alternativa para o bom desenvolvimento das plantas.

Os principais adubos orgânicos utilizados segundo Carvalho *et al.* (2005) são os estrumes (bovinos, ovinos, caprinos, ave e suínos), lixos, farinhas de ossos, de sangue, chifre e peixes, tortas oleaginosas (mamona, amendoim, algodão), composto orgânicos, vermicomposto, resto de culturas, biofertilizante e adubos verdes. As farinhas de ossos, farinha de sangue, farinha de peixe e farinha de chifres, são considerados na classificação como adubos orgânicos fosfatados, enquanto que os demais são classificados como adubos orgânicos mistos.

3.4.1. Esterco bovino

Segundo Noronha (2000) o uso de matéria orgânica no solo como fonte de nutrientes para as plantas tem aspectos positivos na qualidade do produto colhido, e do solo, uma vez que sua incorporação, em especial esterco bovino, tem demonstrado tratar-se de prática viável no incremento da produtividade.

A adição de quantidade adequada de esterco bovino de boa qualidade ao solo pode suprir as necessidades das plantas em macronutrientes, sendo o potássio o nutriente que atinge valor mais elevado no solo devido ao uso contínuo (SANTOS e SANTOS, 2008).

Para Hoffmann (2001) os benefícios no uso de esterco animais podem ser assim elencados: melhorias nas propriedades físicas do solo e no fornecimento de nutrientes; aumento no teor de matéria orgânica, melhorando a infiltração da água como também aumentando a capacidade de troca de cátions.

Em regiões onde se utilizam sistema de confinamento de gados, ocorre elevada produção de esterco, podendo ser aproveitado na adubação das culturas (COSTA, 2005; PAULETTI *et al.*, 2008). A adubação com esterco bovino aumentou a produção de grãos e espigas verdes de milho, condição proporcionada certamente pela ação do esterco nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo auxiliando na retenção de umidade, com isso disponibilizando fósforo e potássio (SILVA *et al.*, 2004). Outro efeito com esterco bovino foram observados por Gomes *et al.* (2005) utilizando doses crescentes do fertilizante, onde obtiveram aumentos dos teores de cálcio trocável no solo.

De acordo com Rossi (1998) o esterco de bovino, e o de ave, aumentou a produção da cultura do girassol de maneira significativa nos anos com precipitação adequada e umidade no solo.

Embora o esterco bovino seja um dos resíduos orgânicos com maior potencial de uso como fertilizante, principalmente em pequenos estabelecimentos agrícolas, pouco se conhece ainda, a respeito das quantidades a utilizar que permitam a obtenção de rendimentos satisfatórios e, além disso, deve-se salientar que há necessidade de adoção de práticas de manejo deste adubo orgânico a fim de evitar perdas de nutrientes, mantendo assim o seu valor fertilizante (FRIES e AITA, 1990).

O esterco fresco tem alta porcentagem de cama celulósica, enquanto a celulose do curado é quase decomposta. O fresco tem alto teor de água, enquanto o curado tem teor reduzido. No esterco fresco, os nutrientes são menos assimiláveis. O primeiro tem uma consistência grosseira, enquanto a do segundo é pastosa. O esterco fresco pode levar a deficiência temporária de N, apesar do seu maior teor de nitrogênio. (EBAH, 2012)

O esterco curtido não causa deficiência de N, porém tem maior perda de N por volatilização da amônia. Neste esterco são eliminadas sementes de ervas e de organismos patogênicos presentes ou parasitas que possam contaminar os alimentos e causar problemas de saúde para os consumidores no esterco fresco, e favorecimento da presença de microorganismos benéficos à adubação e às plantas em geral. O curtimento

pode ocorrer naturalmente nos pastos, pelo envelhecimento do esterco, ou ser induzida por técnicas de compostagem. (EBAH, 2012)

Na região do agreste Paraibano o esterco bovino é uma das principais fontes de adubação orgânica empregada pelos agricultores, pela disponibilidade local e baixo custo de aquisição, em alguns casos é a única utilizada para adubação de culturas (GALVÃO *et al.*, 2008).

A quantidade de esterco gerada e acumulada em pequenas propriedades agrícolas familiares é, na maioria das vezes, insuficiente para repor os nutrientes exportados com a colheita, erosão, lixiviação e outros processos (MENEZES e SAMPAIO, 2002), por isso se dá a importância de estudos das doses adequadas destes a depender da cultura implantada.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Nesse trabalho foram conduzidos dois experimentos, cada um dois ciclos consecutivos da cultura. O primeiro experimento com adubação inorgânica e o segundo experimento com adubação orgânica. Ambos realizados num período de 31 de março a 01 de julho de 2012 e 03 de novembro de 2012 a 02 de fevereiro de 2013.

4.1. Localização e caracterização da área

O trabalho foi realizado em ambiente protegido (casa de vegetação), pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), cidade de Campina Grande, PB (latitude Sul de 7°12'52,58" e longitude Oeste de 35°54'95" com altitude de 550 m (GOOGLE EARTH, 2013).

Campina Grande é a segunda maior cidade do Estado da Paraíba situa-se no semiárido nordestino, na mesorregião do Agreste Paraibano, zona oriental do Planalto da Borborema. Conforme o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o município apresenta precipitação média anual de 802,7 mm, temperatura média de 27,5 °C, média de 19,2 °C e umidade relativa do ar média de 83% (ALVES *et al.*, 2009b). Segundo a classificação climática de Koppen, adaptada ao Brasil (COELHO e SONCIN, 1982), o clima de Campina Grande, PB, é do tipo “Csa”, predominando o semiárido, com verão quente e seco (4 a 5 meses) e chuvas de outono e inverno.



Figura 1 – Vista da Casa de Vegetação – Fonte: Google Earth

4.2. Tratamentos e delineamento experimental

No primeiro experimento foi estudado o efeito da irrigação com água de abastecimento e água residuária tratada combinados com 5 doses de adubação inorgânica: 60, 80, 100, 120 e 140% de nitrogênio recomendada por Novais *et al.* (1991) utilizando como fonte ureia e MAP. Já no segundo experimento, a irrigação com água de abastecimento e água residuária tratada foram combinados com 4 doses de adubação orgânica: 7,5; 10,0; 12,5 e 15,0% de esterco bovino curtido, em base peso, além de duas testemunhas com 100% de adubação nitrogenada recomenda por Novais *et al.* (1991).

Os tratamentos nos dois experimentos foram dispostas em blocos inteiramente casualizados, no primeiro experimento com esquema fatorial 5 (doses de adubação) x 2 (tipos de água), com 5 repetições, totalizando 50 unidades experimentais (vaso plástico de 20 L de capacidade) e o segundo experimento com esquema fatorial 4 (doses de adubação) x 2 (tipos de água) + 2 (testemunhas), com 5 repetições, totalizando 50

unidades experimentais (vaso plástico de 20 L de capacidade). O arranjo dos dois experimentos foi triangular em fileira dupla, espaçadas em 0,60 m entre fileira simples, 0,50 m entre plantas de cada fileira e 1,00 m entre fileira dupla.

Cada unidade experimental foi composta de um vaso plástico de 20 L de capacidade preenchido com material de solo, tendo a sua base perfurada e preenchimento com brita + manta geotêxtil, compondo o sistema de drenagem.

4.3. Caracterização química do material do solo e do esterco

O material de solo utilizado foi classificado como um Neossolo Regolítico Distrófico tipo franco arenoso, não salino e não sódico coletado na camada superficial (0 – 20 cm) de uma área localizada no Município de Campina Grande, Distrito de São José da Mata, o qual foi destorroado, homogeneizado, peneirado com malha igual a 5 mm e seco ao ar; após secagem foi caracterizado quimicamente (TABELA 2) no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande – LIS, de acordo com a metodologia recomendada pela EMBRAPA (1997).

O esterco foi adquirido na empresa de produção de mudas (Mundo das Plantas), localizada no Município de Campina Grande PB. A análise do esterco foi previamente realizada no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizado na cidade de Areia – PB (TABELA 1).

Tabela 1. Análise química do esterco utilizado nos experimentos

| Características químicas e fertilidade do esterco | |
|---|----------|
| pH H ₂ O _(1:2,5) | 8,21 |
| Fósforo - P ⁺ (mg dm ⁻³) | 1145,52 |
| Nitrogênio - N ⁺ (mg dm ⁻³) | 15250,00 |
| Potássio - K ⁺ (mg dm ⁻³) | 9961,00 |
| Sódio - Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 4,91 |
| Acidez potencia - H ⁺ + Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³) | 0,00 |
| Alumínio trocável - Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³) | 0,00 |
| Cálcio - Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³) | 10,20 |
| Magnésio - Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³) | 7,65 |
| Soma das bases trocáveis - SB (cmol _c dm ⁻³) | 48,24 |
| Capacidade de troca de cátions - CTC (cmol _c dm ⁻³) | 48,24 |
| Índice de saturação por bases - V (%) | 100,00 |
| Índice de saturação por alumínio trocável - M (%) | 0,00 |
| Matéria Orgânica (g kg ⁻¹) | 152,35 |

Tabela 2. Análise química do solo utilizado nos experimentos.

| Análise de Solo - Fertilidade/Salinidade | |
|---|--------------------------|
| Características Químicas | Profundidade - 0 – 40 cm |
| Cálcio (cmol _c kg ⁻¹ de solo) | 1,55 |
| Magnésio (cmol _c kg ⁻¹ de solo) | 1,00 |
| Sódio (cmol _c kg ⁻¹ de solo) | 0,14 |
| Potássio (cmol _c kg ⁻¹ de solo) | 0,25 |
| Enxofre (cmol _c kg ⁻¹ de solo) | 2,94 |
| Hidrogênio (cmol _c kg ⁻¹ de solo) | 1,86 |
| Alumínio (cmol _c kg ⁻¹ de solo) | 0,00 |
| Capacidade de troca de cátions - T (cmol _c kg ⁻¹ de solo) | 4,80 |
| Carbonato de cálcio qualitativo | Ausência |
| Carbono orgânico - % | 0,37 |
| Matéria orgânica - % | 0,64 |
| Nitrogênio - % | 0,03 |
| Fósforo Assimilável (mg kg ⁻¹) | 0,80 |
| pH H ₂ O (1:2,5) | 5,45 |
| Cond. elétrica – dS m ⁻¹ (Suspensão Solo-Água 1:2,5) | 0,15 |
| Extrato de saturação - pH | 5,13 |
| Cond. elétrica – mmhos/cm | 0,12 |
| Cloreto (mmol _c L ⁻¹) | 0,12 |
| Carbonato (mmol _c L ⁻¹) | 6,50 |
| Bicarbonato (mmol _c L ⁻¹) | 1,80 |
| Sulfato (mmol _c L ⁻¹) | Ausência |
| Cálcio (mmol _c L ⁻¹) | 4,87 |
| Magnésio (mmol _c L ⁻¹) | 6,38 |
| Potássio (mmol _c L ⁻¹) | 0,60 |
| Sódio (mmol _c L ⁻¹) | 2,56 |
| Porcentagem de saturação | 25,00 |
| Relação de adsorção de sódio (mmol L ⁻¹) ^{1/2} | 1,08 |
| Porcentagem de sódio trocável (%) | 2,92 |

4.4. Característica da variedade do girassol estudada

A variedade de girassol estudada neste experimento foi a CATISSOL 01 cedido pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral- CATI, do Núcleo de Produção de Sementes "Ataliba Leonel", do Departamento de Sementes, Mudanças e Matrizes – DSMM - São Paulo (FIGURA 3). Este se destaca, sobretudo, pela precocidade no ciclo vegetativo 60 a 90 dias. Altura média de 1,70 m e atinge média de produtividade de 1500 a 2500 kg ha⁻¹.

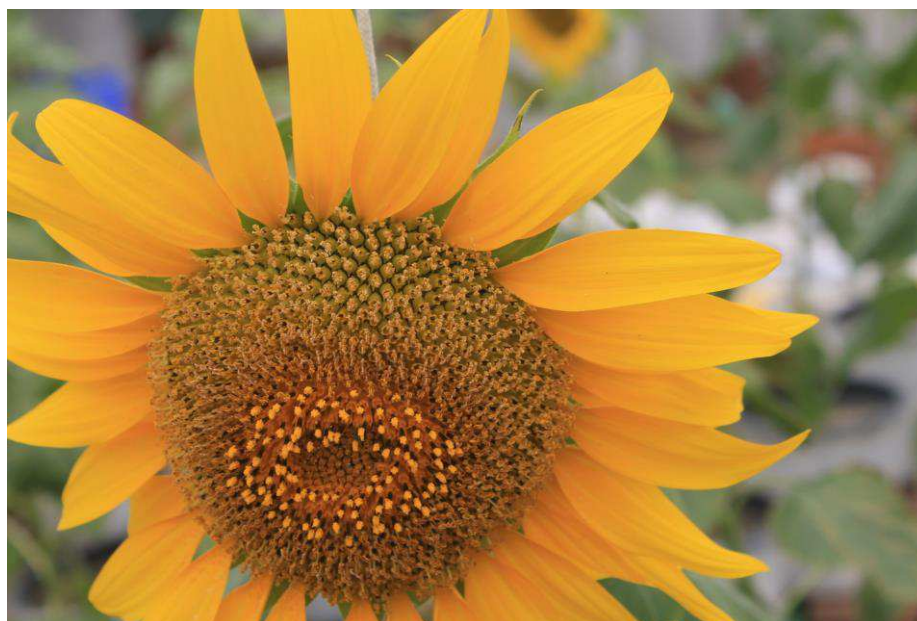


Figura 2 – Girassol (*Helianthus annuus* L. var. Catissol 01). Fonte: Arquivo pessoal.

4.5. Instalação e condução do experimento

Os recipientes utilizados nos experimentos foram vasos plásticos com 36,5 cm de diâmetro, 30 cm de altura com capacidade de 20 L pintados com tinta automotiva

branca para diminuir o aquecimento no interior do vaso (FIGURA 3A). Estes foram perfurados na base inferior para instalação de um conector de ½ polegada, para a coleta da água drenada interligado a um recipiente externo com 2 L de capacidade (FIGURA 3B). Os recipientes plásticos que foram conectados a base do vaso foram da cor verde, para evitar a proliferação de algas no interior dos mesmos.

Durante o enchimento dos vasos foi colocado uma manta para facilitar a drenagem e depois colocado 1 kg de brita de número um no fundo do vaso (FIGURA 3B). No experimento com adubação inorgânica, o volume foi completado até a capacidade de 20 kg. No experimento com adubação orgânica o volume foi dividido em três partes, os dois terços mais profundos foram ocupados pelo solo estudado. A outra parte superficial foi homogeneizada com o tratamento específico (doses de esterco). Os vasos foram identificados conforme os tratamentos.

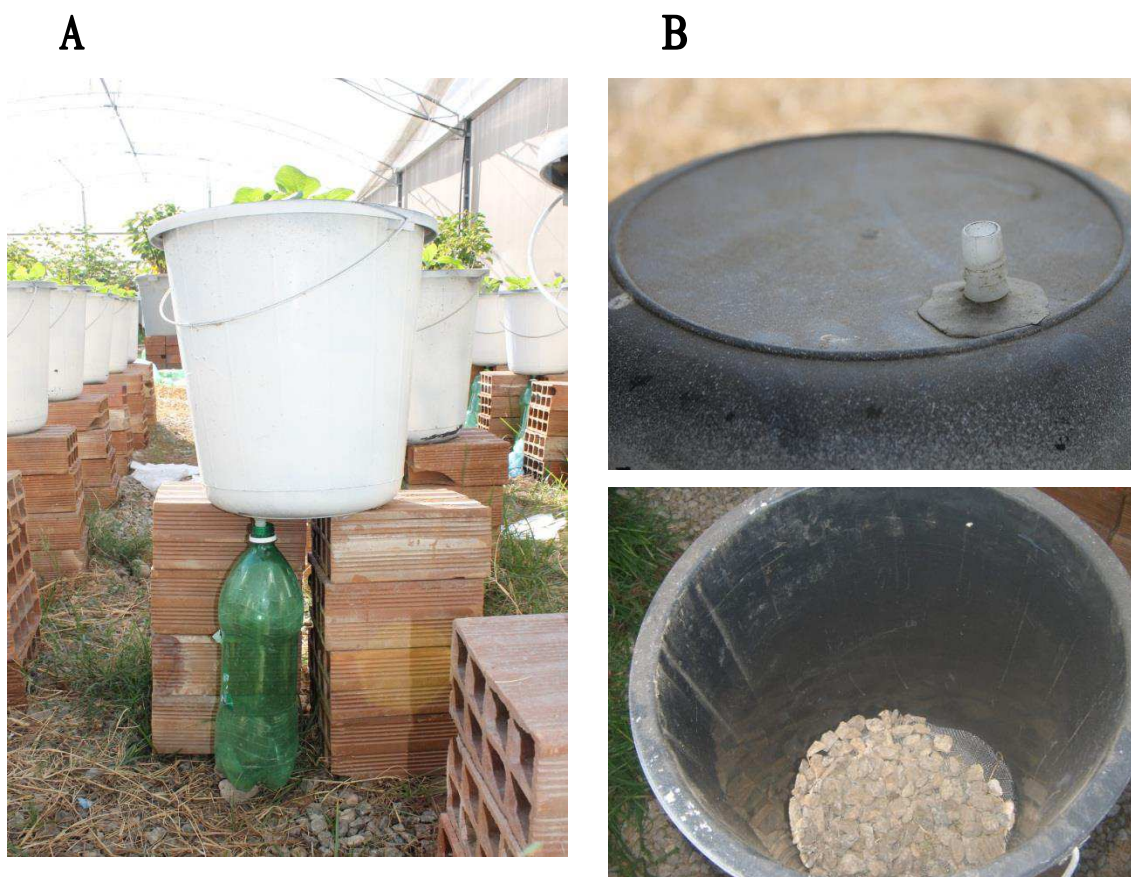


Figura 3 – Vaso plástico (A) e detalhe do sistema de drenagem (B). Fonte: Arquivo pessoal.

4.6. Semeadura, irrigação e lixiviação

O plantio (10 sementes por vaso) foi realizado em vaso preenchido com 20 kg do material do solo e adubação de fundação (300 mg kg^{-1} de P_2O_5) recomendada por Novais *et al.* (1991), e em seguida realizou-se uma irrigação com água dos respectivos tratamentos. (FIGURA 4).



Figura 4 – Germinação de 10 sementes por vaso.

Fonte: Arquivo pessoal.

A água residuária foi proveniente do córrego do Bairro Monte Santo, esgoto de origem doméstica, foi captada e tratada da seguinte forma: primeiramente, a água tem um tratamento primário, no fundo do poço de cimento foi colocado brita e areia, depois a água residuária bombeada para um reservatório de 5000 L de capacidade e, em seguida bombeada para o Reator Anaeróbio de Manta de Lodo (UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blanket) e, depois esta foi tratada pelo sistema de wetland, lagoa de estabilização (FIGURA 5). Após o tratamento à água foi bombeada para o reservatório de 200 L, localizado no interior da casa de vegetação para posterior utilização na irrigação das plantas. A outra água foi fornecida pelo sistema de abastecimento de

Campina Grande-PB (CAGEPA), proveniente do Açude Público Eptácio Pessoa (Açude de Boqueirão).

As análises das águas utilizadas na pesquisa foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), de acordo com as metodologias propostas por Richards (1954) e pela EMBRAPA (1997) (TABELA 3).

Tabela 3. Análise química das águas utilizadas nos experimentos

| Análise química de águas | | |
|--|-----------------------|-------------------------|
| | Água de abastecimento | Água residuária tratada |
| pH | 7,47 | 7,31 |
| Condutividade elétrica (dS m ⁻¹) | 0,39 | 1,39 |
| Cálcio (meq L ⁻¹) | 1,00 | 3,88 |
| Magnésio (meq L ⁻¹) | 1,30 | 4,44 |
| Sódio (meq L ⁻¹) | 1,55 | 5,50 |
| Potássio (meq L ⁻¹) | 0,14 | 0,82 |
| Carbonatos (meq L ⁻¹) | 0,00 | 1,60 |
| Bicarbonatos (meq L ⁻¹) | 1,30 | 6,83 |
| Cloretos (meq L ⁻¹) | 2,21 | 8,47 |
| Sulfatos (meq L ⁻¹) | Ausência | Presença |
| Relação de adsorção de sódio (RAS) | 1,94 | 2,70 |
| Classe de água | C ₂ | C ₃ |

A irrigação foi executada manualmente, sendo realizada conforme o tratamento mediante turno de rega de 48h na fase de germinação, 48h na fase de crescimento lento e 24h na fase de crescimento intenso, na floração e formação de aquênios.

O volume de água aplicado foi calculado em função do consumo da água estimada para intervalos médios de 15 dias. Este consumo foi determinado pela diferença entre o volume de água aplicado e o drenado, estimando-se o volume de água a ser aplicado no próximo período, de maneira que estabelecesse a umidade à capacidade de campo (Equação 01).

$$VI = (VA - VD) / (1 - FL)$$

Eq. 01

em que:

VI - Volume de água a ser aplicada na irrigação (mL)

VA - Volume de água aplicado na irrigação anterior (mL)

VD - Volume de água drenada na irrigação anterior (mL)

FL - Fração de lixiviação (0,1)

A água da drenagem do vaso foi coletada a cada 15 dias após uma lixiviação. O volume drenado foi coletado individualmente e, em seguida, levado ao Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), da UFCG, para determinar a condutividade elétrica.



Figura 5 – Vista da estação de tratamento. Fonte: Arquivo pessoal.

4.7. Adubação, tratamentos culturais e polinização

As adubações inorgânicas foram feitas em cobertura seguindo a recomendação de Novais (1991), dividida em três aplicações (10, 20 e 30 DAP) sendo aplicado em

cada data 1,72 g de K_2SO_4 por vaso, variando a fonte de N uréia para cada tratamento, aplicando-se em círculo com uma distância de 5cm da planta. No 10º dia após o plantio (DAP) foram feito o primeiro desbaste nos dois experimentos, deixando-se, em cada vaso, 3 plantas; aos 20 e 30 DAP foram realizados os 2º e 3º desbastes retirando-se uma planta por vez e, desta forma, ficando apenas uma planta por vaso a partir de 30 DAP (FIGURA 6).

O controle fitossanitário foi realizado conforme recomendação de EMATER – PB para o cultivo de girassol; de caráter preventivo e/ou curativo, dependendo da incidência de eventuais pragas e doenças. Para o controle da mosca branca e larva minadora, foram realizadas 2 pulverizações com inseticidas provador 200 SC.

A polinização das plantas foi realizada com metodologia artificial cruzada, que consistia em se utilizar a ponta dos dedos pólen proveniente de diversas flores produzidas por plantas diferentes para, em seguida realizar-se um rápido toque com a ponta dos dedos em relação à base da flor, procurando atingir todos os estigmas (RUGGIERO *et al.*, 1998).



Figura 6 – 3º Desbaste em cada vaso. Fonte: Arquivo pessoal.

4.8. Variáveis analisadas

Na condução deste trabalho, as variáveis analisadas foram semelhantes aos dois experimentos (adubação inorgânica e adubação orgânica).

4.8.1 Percentagem de germinação (%PG)

Essa variável foi analisada determinando o número de sementes germinadas (NSG) em relação ao número de sementes semeadas (NSS) após 10 dias após o plantio (Equação 02).

$$\%PG = (NSG / NSS) \times 100 \quad \text{Eq. 02}$$

4.8.2. Índice de velocidade de emergência (IVE)

Essa variável foi analisada observando o dia de emergência e o número de plântulas emergidas, como mostra a Equação 03.

$$IVE \text{ (plântulas dia}^{-1}\text{)} = (\Sigma NPE_1/N_1) + (\Sigma NPE_2/N_2) + \dots + (\Sigma NPE_n/N_n) \quad \text{Eq. 03}$$

em que:

$\Sigma NPE_1, \Sigma NPE_2, \dots, \Sigma NPE_n$ – Representam os números de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda e última contagem, respectivamente;

N_1, N_2, \dots, N_n – São os números de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem, respectivamente.

4.8.3. Altura da planta (AP), número de folhas (NF) e diâmetro de caule (DC)

A avaliação das plantas em altura, número de folhas e diâmetro caulinar foi realizada de 15 em 15 dias com a primeira avaliação aos 15 dias após a emergência (DAE). A altura (AP) foi mensurada a partir do nível do solo até o último nó do caule. Na contagem das folhas (NF), foram consideradas as que apresentavam comprimento mínimo de 3,0 cm. Na medição do diâmetro do caule (DC) foi utilizado um paquímetro digital onde foram feitas leituras a 5 cm acima da região do colo da planta a cada medição (FIGURA 7).

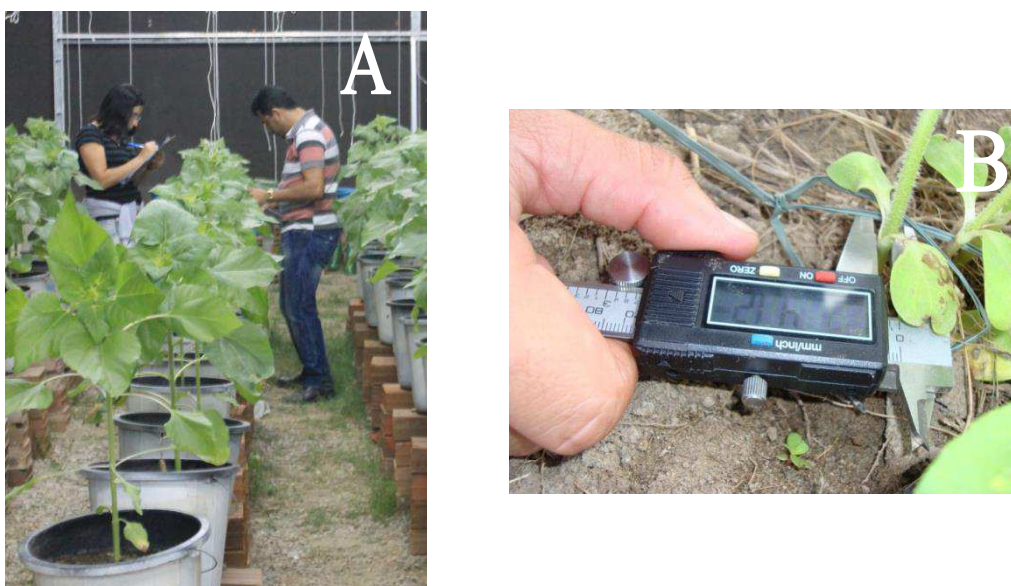


Figura 7 – Medição de altura e contagem das folhas (A); Detalhe do Paquímetro digital na medição do diâmetro do caule (B). Fonte: Arquivo pessoal.

4.8.4. Área foliar (AF)

Para a medição da área foliar (AF) foi utilizada uma régua milimétrica, medindo a nervura central de todas as folhas (FIGURA 8). Para o cálculo da área foliar seguiu-se a metodologia proposta por Maldaner *et al.* (2009).

$$AF = \sum 0,1328 \times C^{2,5569}$$

Eq. 04

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).



Figura 8 – Medição da nervura central da folha.

Fonte: Arquivo pessoal.

4.8.5. Fitomassas (FFPA, FSPA, FFR, FSR e FST)

Ao final da produção, coletou-se as fitomassas para determinação da fitomassa fresca e seca da parte aérea (FFPA -FSPA), fitomassa fresca e seca da raiz (FFR- FSR). A fitomassa seca total (FST) foi determinada pelo somatório da FSPA e FSR. Depois de coletadas, tanto a parte aérea como as raízes foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificados, e levados à estufa com circulação forçada de ar quente a 65 °C, até peso constante. Em seguida o material vegetal foi pesado em balança eletrônica com precisão para 0,001 g (BENINCASA, 2003).

4.8.6. Teor de água na planta (TAP)

O teor de água na planta (TAP) foi determinado utilizando seguinte equação:

$$\%TAP = ((FFPA - FSPA) / FFPA) \times 100 \quad \text{Eq. 05}$$

em que:

FFPA - fitomassa fresca da parte aérea,

FSPA - fitomassa seca da parte aérea.

4.8.7. Relação raiz/parte aérea (R/PA)

A relação raiz/parte aérea (R/PA) foi calculada, também no final do experimento, pelo quociente entre os valores de fitomassa seca de raízes e seca da parte aérea da planta, segundo a seguinte equação:

$$R/PA = \frac{FSR}{FSPA} \quad \text{Eq. 06}$$

em que:

FSR – fitomassa seca do sistema radicular no final do experimento;

FSPA – fitomassa seca da parte aérea no final do experimento.

4.8.8. Diâmetro interno e externo do capítulo (DI e DE) e número de pétalas (NP)

Para a medição dos diâmetros foi utilizada uma régua graduada, o diâmetro interno foi medido pela parte fertilizada do receptáculo floral. Para o diâmetro externo medindo as duas extremidades das pétalas cruzando no centro do capítulo. A contagem do número de pétalas (NP) foi na época da medição dos diâmetros (FIGURA 9), metodologia proposta por Andrade (2011) adaptada de crisântemos e gérberas (IBRAFLOR, 2005).

$$DI \text{ ou } DE = (\text{Leitura Horizontal} + \text{Leitura Vertical}) / 2$$

Eq. 07

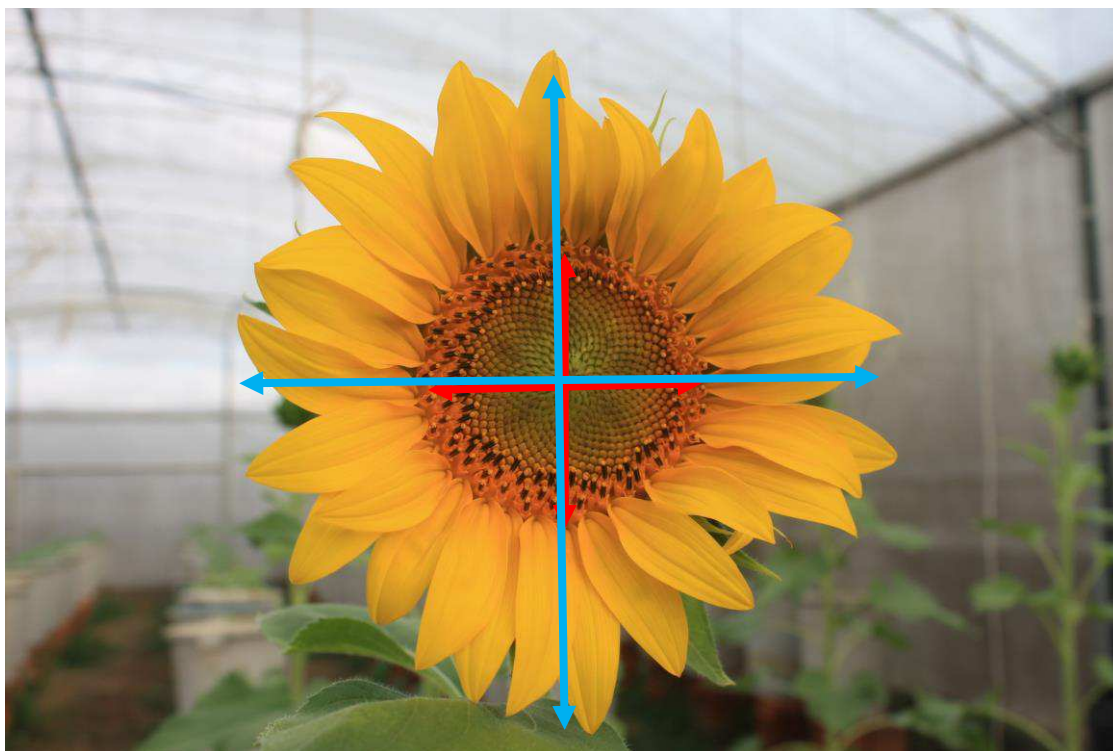


Figura 9 – Medição dos Diâmetros Internos e Externos do Capítulo. Fonte: Arquivo pessoal.

4.8.9. Peso de aquênios (PA), número de aquênios (NA) e peso de 100 aquênios (P100)

Para determinar o peso dos aquênios foi utilizado uma balança digital eletrônica com precisão de 0,001 g, onde também pesou os 100 aquênios escolhidos aleatoriamente. E por fim foi feito a contagem dos aquênios totais.

4.8.10. Taxa de crescimento absoluto (TCA)

Determinou-se a taxa de crescimento absoluto (TCA) com os dados obtidos, entre duas avaliações consecutivas, a partir da relação entre a diferença do diâmetro de caule e/ou da altura de planta observados nos tempos t_1 e t_2 , isto é, no início e no final do período em estudo, conforme as equações 08 e 09 a seguir, contido em Fernandes (2002):

$$TCA_{diâmetro} = \frac{DC_f - DC_i}{t_2 - t_1} \quad (\text{mm dia}^{-1}) \quad \text{Eq. 08}$$

e/ou:

$$TCA_{altura} = \frac{AP_f - AP_i}{t_2 - t_1} \quad (\text{cm dia}^{-1}) \quad \text{Eq. 09}$$

em que :

DC_i/AP_i – diâmetro de caule e/ou altura de planta no tempo t_1 , em cm;

DC_f/AP_f – diâmetro de caule e/ou altura de planta no tempo t_2 , em cm.

4.8.11. Taxa de crescimento relativo (TCR)

Calculou-se, igualmente à TCA, a taxa de crescimento relativo (TCR), com os dados obtidos, entre duas avaliações consecutivas, a partir da relação entre a diferença do logaritmo natural do diâmetro de caule e/ou da altura de planta observados nos tempos t_1 e t_2 , isto é, no início e no final do período em estudo, conforme as equações 10 e 11 a seguir, descrita por Fernandes (2002):

$$TCR_{diâmetro} = \frac{\ln DC_f - \ln DC_i}{t_2 - t_1} \quad (\text{mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}) \quad \text{Eq. 10}$$

e/ou:

$$TCR_{altura} = \frac{\ln AP_f - \ln AP_i}{t_2 - t_1} \quad (\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}) \quad \text{Eq. 11}$$

em que:

DC_i/AP_i – diâmetro de caule e/ou altura de planta no tempo t_1 ;

DC_f/AP_f – diâmetro de caule e/ou altura de planta no tempo t_2 .

4.9. Consumo de Água (CAP)

A cada 15 dias foram coletados a água drenada em todos os vasos. Esses dados serviram para determinação dos valores médios dos vasos o consumo da água pela planta (CAP = volume aplicado - volume drenado) (equação 12).

$$\text{CAP} = \text{Volume total aplicado} - \text{Volume total drenado} \quad \text{Eq. 12}$$

4.10. Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Teste F (0,01 e 0,05 de probabilidade). Os dados relacionados ao fator tipo de água foram submetidos ao teste de Tukey por ser qualitativo; as doses de adubação inorgânica e adubação orgânica foram objeto de análise de regressão, por ser um fator quantitativo, visando-se explicar, por meios dos modelos matemáticos, o efeito da adubação em cada variável estudada (FERREIRA, 2008). Para as análises estatísticas utilizou-se o software estatístico SISVAR versão 5.1 (FERREIRA, 2008). O procedimento de ajustamento de curva de evolução foi realizado através do software table curve (JANDEL SCIENTIFIC, 1991).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Adubação Inorgânica

5.1.1. Percentagem de germinação (%PG), índice de velocidade de emergência (IVE)

De acordo com a análise de variância (TABELA 4), no 1º ciclo, não houve efeito significativo ($p > 0,05$) nos fatores estudados para a %PG e para o IVE em função da água de irrigação e da adubação inorgânica. Observou-se que a variedade Catissol 01 estudada neste experimento obteve 1,89 plântulas emergidas por dia tendo um registro inferior a mesma variedade estudada por Travassos *et al.* (2012).

Com relação às doses de adubação inorgânica utilizadas, verificou que a variedade Catissol 01 irrigado com água de abastecimento teve 1,75 e 2,08 plântulas emergidas por dia com a dosagem de 80 e 140% de nitrogênio recomendada por Novais *et al.* (1991), respectivamente. Já a variedade irrigada com água residuária obteve 2,04 e 1,81 plântulas emergidas por dia na dosagem 80 e 140%, respectivamente para o 1º ciclo.

Os resultados corroboram com os observados por Andrade *et al.* (2007). Lucas Filho *et al.* (2002) também não observaram qualquer efeito entre os tratamentos de água de esgoto tratado e água de abastecimento, na cultura do girassol, posto que a emergência foi semelhante em ambos os tratamentos.

No 2º ciclo houve efeito significativo do fator da água de irrigação sobre a percentagem de germinação (%PG) e o índice de velocidade de emergência (IVE) das plantas de girassol (TABELA 4). Em relação ao fator doses de adubação inorgânica assim como, na interação entre os fatores (água de irrigação e doses de adubação inorgânica), não houve efeito significativo, denotando assim, que as doses de adubo inorgânica comportaram-se de maneira semelhante nas águas utilizadas na irrigação na época avaliada e vice-versa.

Observa-se que tanto para percentagem de germinação (%PG) quanto para o índice de velocidade de emergência (IVE), o comportamento das plantas de girassol teve uma superioridade quando irrigadas com água residuária em relação às irrigadas com água de abastecimento. A variedade Catissol 01 irrigadas com água residuária obteve 16,23 e 12,81% de acréscimo em relação às irrigadas com água de abastecimento nestas variáveis citadas anteriormente, respectivamente. Observando este desempenho, demonstra que as sementes desta cultivar possuem um bom poder germinativo sendo irrigado com água residuária em relação a água de abastecimento.

Tabela 4. Anova e médias da Percentagem de germinação (%PG) e do índice de velocidade de emergência (IVE) das plantas de girassol aos 10 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios | | | | |
|--------------------------------|------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| | 1º Ciclo | | | 2º Ciclo | |
| | GL | %PG [#] | IVE ^{##} | %PG [#] | IVE |
| Água (A) | 1 | 0,182 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 10,130* | 1,221* |
| Nitrogênio (N) | 4 | 0,448 ^{ns} | 0,014 ^{ns} | 1,343 ^{ns} | 0,216 ^{ns} |
| Interação AxN | 4 | 1,043 ^{ns} | 0,020 ^{ns} | 1,436 ^{ns} | 0,262 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 1,363 | 0,041 | 2,208 | 0,294 |
| CV % | - | 14,16 | 14,88 | 17,89 | 23,89 |
| Tipo de Água | | % | Emergência dia⁻¹ | % | Emergência dia⁻¹ |
| Abastecimento | | 67,60 | 1,89 | 64,00b | 2,11b |
| Residuária | | 68,80 | 1,90 | 76,40a | 2,42a |
| Doses de Nitrogênio (%) | | | | | |
| 60 | | 67,98 | 1,80 | 73,20 | 2,31 |
| 80 | | 69,06 | 1,90 | 75,20 | 2,42 |
| 100 | | 68,91 | 1,92 | 71,20 | 2,32 |
| 120 | | 68,06 | 1,92 | 66,20 | 2,16 |
| 140 | | 66,99 | 1,94 | 65,20 | 2,14 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} = não significativo. [#] Dados transformados em $\sqrt{x+1}$ ^{##} Dados transformados em \sqrt{x}

5.1.2. Altura de plantas (AP)

Conforme o resumo da análise de variância houve efeito significativo do tipo da água de irrigação ($p < 0,05$) para a variável altura de planta, em todas as épocas de avaliação, exceto aos 15 e 30 dias após emergência no 1º ciclo. Foi ocorrido também com Andrade *et al.* (2007) que nos 15 dias após a emergência não houve efeito significativo também para o tipo de água de irrigação. Verificou-se ainda que não observaram efeito significativo ($p > 0,05$) do fator nitrogênio e da interação água x nitrogênio, observando que o aumento das doses de nitrogênio não influenciou na altura da planta (TABELA 5).

Aos 45 e 60 dias após o plantio a variedade Catissol 01 estudada neste experimento irrigada com água residuária obteve respectivamente a altura de 117,60 e 119,52cm, sendo maior do que a irrigada com água de abastecimento que obteve 110,56 e 112,60cm. Dantas *et al.* (2011) estudando a utilização de águas provenientes de esgoto doméstico e duas lâminas de irrigação no desenvolvimento vegetativo e produção do girassol com a variedade híbrida Hélio 250, alcançou uma altura inferior obtida neste experimento, sendo 116,00cm irrigada com água residuária e 96,17cm irrigada com água de abastecimento em 57 dias após a emergência.

Já para o 2º ciclo, a análise da variância, houve efeito significativo na altura das plantas de girassol para o fator de variação tipo de água aos 15 e 30 DAP e, para o fator de variação nitrogênio e interação tipo de água x nitrogênio não houve efeito significativo em nenhuma das avaliações analisadas (TABELA 5). Verifica-se ainda que, aos 15 e 30 DAP, a irrigação do girassol com água residuária proporcionou maiores valores médios de altura de planta.

O maior crescimento em altura das plantas (TABELA 5) quando irrigadas com água residuária pode estar associado, principalmente, ao efeito positivo do nitrogênio presente na água ($30,28 \text{ mg L}^{-1}$), sobre o crescimento das plantas, uma vez que na água de abastecimento este elemento importante ao crescimento é ausente. Além disso, a água residuária contém fósforo e potássio, o que também contribui para o bom desenvolvimento das plantas de girassol. Fagundes *et al.* (2007), estudando doses de

nitrogênio no desenvolvimento de plantas de girassol ornamental, registraram efeitos crescentes na altura das plantas com o incremento das doses de N no solo.

Tabela 5. Anova e médias da Altura das plantas de girassol aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | | | | |
|--------------------------------|----|----------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Altura da Planta (cm), DAP | | | | | | | |
| | | 1º Ciclo | | | | 2º Ciclo | | | |
| | 15 | 30 | 45 | 60 | 15 | 30 | 45# | 60# | |
| Água (A) | 1 | 14,688 ^{ns} | 153,125 ^{ns} | 619,520* | 598,580* | 58,320* | 1046,989* | 15,398 ^{ns} | 15,656 ^{ns} |
| Nitrogênio (N) | 4 | 10,071 ^{ns} | 5,220 ^{ns} | 68,620 ^{ns} | 14,680 ^{ns} | 3,780 ^{ns} | 81,931 ^{ns} | 13,737 ^{ns} | 13,779 ^{ns} |
| Interação AxN | 4 | 8,449 ^{ns} | 21,975 ^{ns} | 36,720 ^{ns} | 42,080 ^{ns} | 2,920 ^{ns} | 27,656 ^{ns} | 16,029 ^{ns} | 16,754 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 5,936 | 61,140 | 121,220 | 138,530 | 3,960 | 98,784 | 7,863 | 8,011 |
| CV % | - | 15,99 | 12,40 | 9,65 | 10,14 | 14,59 | 17,63 | 30,20 | 30,22 |
| Tipo de Água | | Média (cm) | | | | | | | |
| Abastecimento | | 14,70 | 61,32 | 110,56b | 112,60b | 12,56b | 51,81b | 84,64 | 86,04 |
| Residuária | | 15,78 | 64,82 | 117,60a | 119,52a | 14,72a | 60,96a | 103,76 | 105,68 |
| Doses de Nitrogênio (%) | | | | | | | | | |
| 60 | | 13,98 | 63,95 | 113,12 | 116,75 | 14,10 | 58,06 | 104,90 | 108,60 |
| 80 | | 14,61 | 62,95 | 114,84 | 115,59 | 13,10 | 51,82 | 75,40 | 75,50 |
| 100 | | 15,24 | 62,95 | 116,59 | 116,52 | 12,90 | 58,44 | 104,80 | 105,50 |
| 120 | | 15,87 | 63,06 | 115,83 | 116,99 | 14,30 | 58,31 | 106,70 | 107,10 |
| 140 | | 16,50 | 62,40 | 110,02 | 114,45 | 13,80 | 55,29 | 79,20 | 82,70 |

GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação; *= significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} = não significativo. # Dados transformados em $\sqrt{x+1}$

O efeito positivo sobre altura das plantas com o uso de água residuária na agricultura também foi observado em outras espécies, em plantas de *Eucalyptus citriodora* (FREIER *et al.*, 2006), e em plantas de milho (COSTA *et al.*, 2009). Souza *et al.* (2010) trabalhando com o genótipo ornamental de girassol BRS OÁSIS para corte observaram resultados significativos ainda melhores para o uso da água residuária em relação à água de abastecimento em todas as variáveis estudadas, incluindo a altura de plantas, que foi avaliada em duas épocas de distintas.

A evolução da altura de plantas de girassol sobre diferentes doses de adubação inorgânica irrigado com água de abastecimento está apresentada na Figura 10. Observa-se que, aproximadamente aos 30 DAP, todas as doses de nitrogênio estavam praticamente iguais, sendo que a dosagem de 140% as plantas apresentaram um melhor crescimento em altura neste período, em relação às outras doses, depois teve um crescimento inferior as outras dosagens. Porém, até aos 45 DAP, a dosagem de 60%

teve uma evolução semelhante às dosagens de 80, 100 e 120% e, só a partir deste ponto, que as plantas referentes a dosagem de 60% de adubação nitrogenada recomendada por Novais *et al.* (1991) foram superiores as outras dosagens.

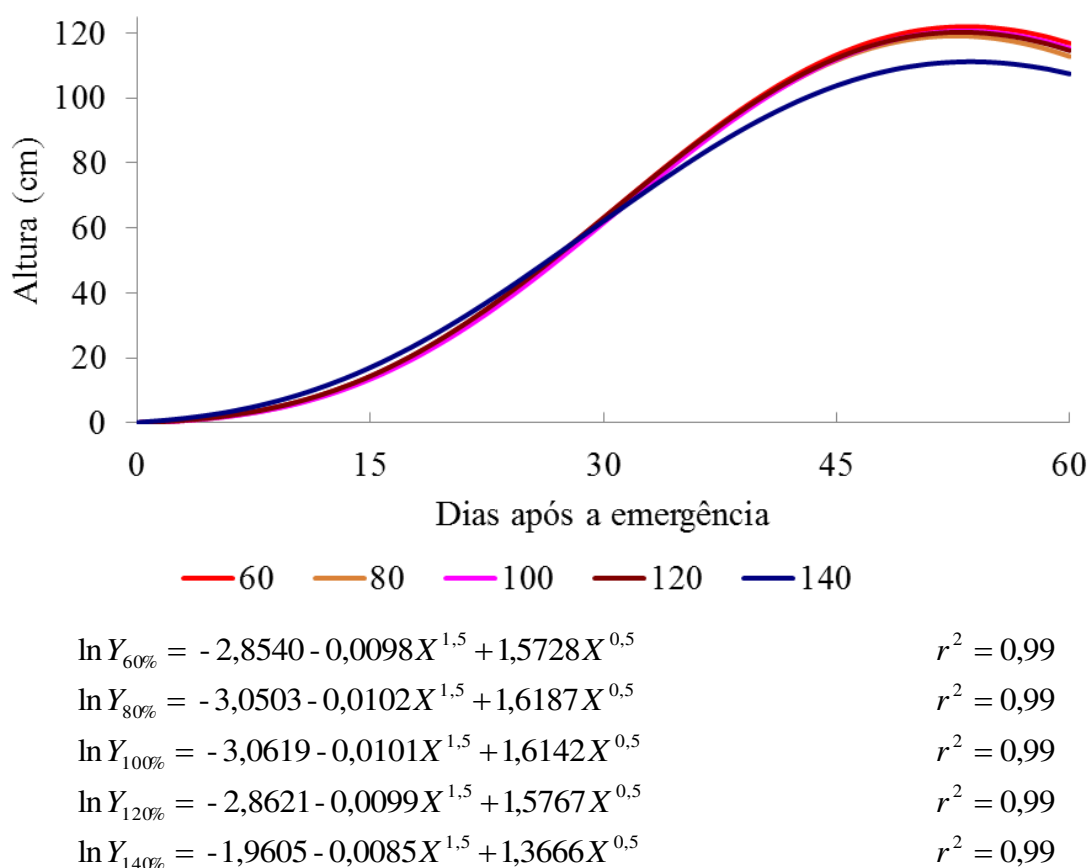


Figura 10 - Evolução da altura da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água de abastecimento em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo.

A evolução da altura de plantas de girassol sobre diferentes doses de adubação inorgânica irrigado com água residuária está apresentada na Figura 11. Observa-se que, não houve diferença nas doses de nitrogênio, onde praticamente estão iguais, sendo que a dosagem de 140% as plantas apresentaram um crescimento timidamente superior, em relação às outras doses.

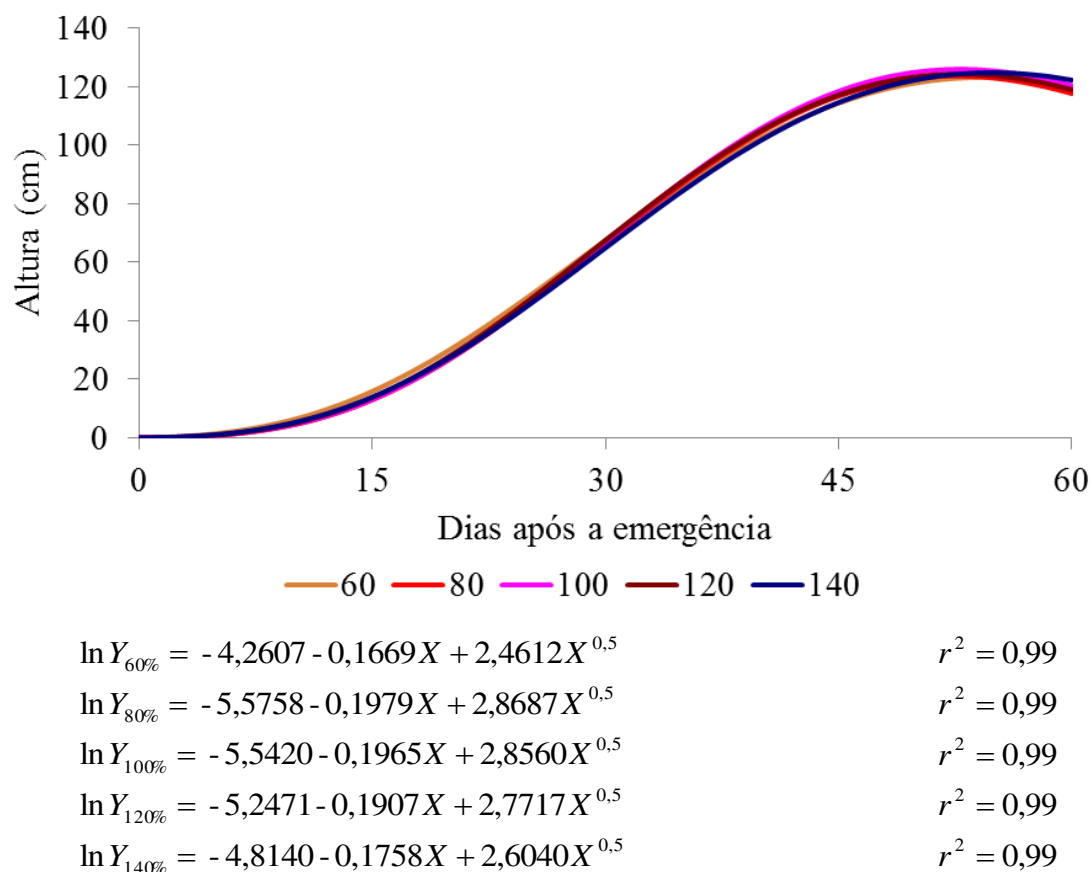


Figura 11 - Evolução da altura da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água residuária em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo.

Para se verificar o comportamento das plantas sob efeito da água de abastecimento ao longo do ciclo, observa na Figura 12 a altura de planta em função dos dias após a emergência podendo-se notar, pelo modelo matemático, que nas dosagens de adubação inorgânica até 15 DAP tiveram um aumento semelhante, exceto a dosagem de 60% que teve um comportamento diferente das demais dosagens. Após os 30 DAP, as dosagens de 120 e 140% tiveram um acentuado aumento alcançando uma altura máxima de 103,66 e 103,31cm, respectivamente.

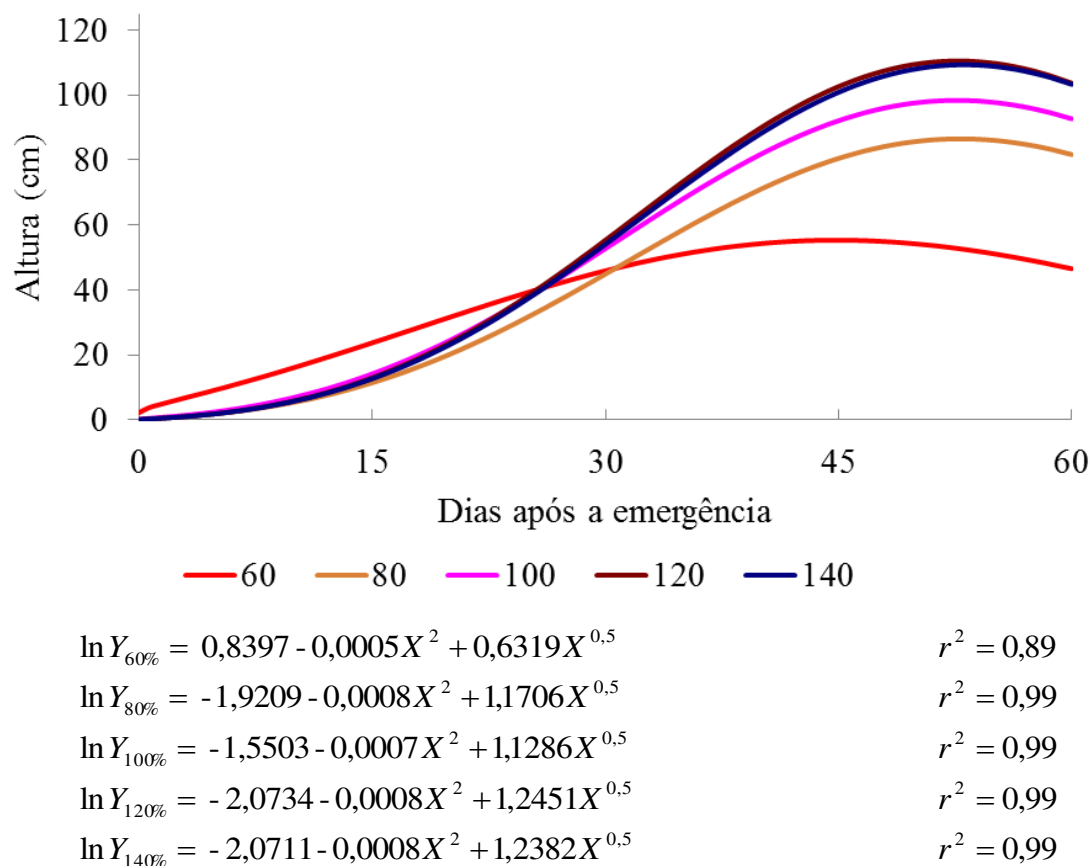


Figura 12 - Evolução da altura da planta ao longo do 2º ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água de abastecimento em função dos dias após o plantio.

A Figura 13 vem demonstrando que a evolução da altura de planta para diferentes níveis de dosagens de nitrogênio irrigado com água residuária em função dos dias após a emergência, podendo-se notar, pelo modelo matemático, que nas dosagens de adubação inorgânica até 30 DAP tiveram um aumento semelhante, exceto a dosagem de 60% que teve um comportamento diferente das demais dosagens. Após os 30 DAP as dosagens de 100 e 120% tiveram um superior aumento alcançando uma altura máxima de 118,50 e 117,14 cm, respectivamente.

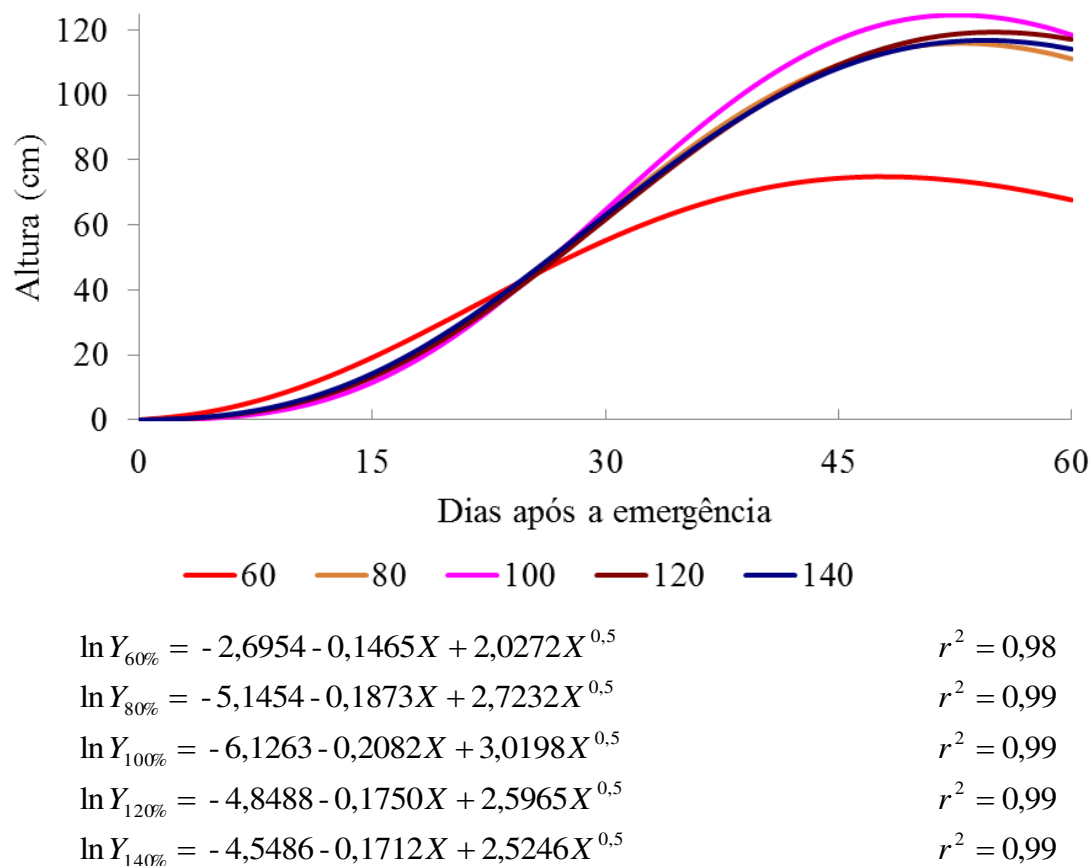


Figura 13 - Evolução da altura da planta ao longo do 2º ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água residuária em função dos dias após o plantio.

Dantas *et al.* (2011) observaram que a altura das plantas tratadas com água residuária foi, em média, superior ao tratamento obtido com água de abastecimento, confirmando a importância da aplicação dos nutrientes via água de irrigação em todas as fases da cultura.

Souza *et al.* (2010) trabalhando com o genótipo ornamental de girassol BRS OÁSIS para corte observaram resultados significativos ainda melhores para o uso da água residuária em relação a água de abastecimento em todas as variáveis estudadas.

5.1.3. Taxa de crescimento absoluto da altura de planta (TCAAP)

De acordo com a análise de variância não houve efeito significativo ($p>0,05$) entre as taxas de crescimento absoluto da altura nos períodos avaliados em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para as fontes de variações de água, nitrogênio e a interação água x nitrogênio para o 1º ciclo (TABELA 6).

Constatou-se, já para o 2º ciclo da cultura do girassol, que houve efeito significativo ($p>0,05$) no fator tipo de água de irrigação entre as épocas 15 a 30 dias. Em relação às doses de adubação inorgânica, tal como interação entre a água de irrigação e doses de nitrogênio, não houve efeito significativo ($p>0,05$) (TABELA 6).

A taxa de crescimento de plantas, segundo Carvalho e Nakagawa (2000), é geneticamente controlada de maneira que, fatores que determinem diferentes taxas iniciais de crescimento terão efeito apenas durante a fase de crescimento exponencial das plantas, diminuindo de intensidade à medida que as plantas crescem.

Tabela 6. Anova e médias da taxa de crescimento absoluto da altura de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios - DAP | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| | GL | 1º Ciclo | | | 2º Ciclo | | |
| | | 15-30 | 31-45# | 46-60## | 15-30 | 31-45 | 46-60## |
| Água (A) | 1 | 0,330 ^{ns} | 0,052 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 2,6174* | 5,3268 ^{ns} | 0,0003 ^{ns} |
| Nitrogênio (N) | 4 | 0,111 ^{ns} | 0,020 ^{ns} | 0,025 ^{ns} | 0,3084 ^{ns} | 7,2497 ^{ns} | 0,0250 ^{ns} |
| Interação AxN | 4 | 0,066 ^{ns} | 0,044 ^{ns} | 0,011 ^{ns} | 0,1438 ^{ns} | 10,5309 ^{ns} | 0,0150 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 0,231 | 0,062 | 0,017 | 0,3596 | 4,4118 | 0,0207 |
| CV % | - | 15,07 | 13,58 | 12,23 | 21,06 | 25,05 | 13,81 |
| Tipo de Água | | | | Média (cm dia⁻¹) | | | |
| Abastecimento | | 3,11 | 3,28 | 1,07 | 2,82b | 2,19 | 0,09 |
| Residuária | | 2,27 | 3,52 | 1,08 | 3,08a | 2,84 | 0,13 |
| Doses de Nitrogênio (%) | | | | | | | |
| 60 | | 3,33 | 3,28 | 0,27 | 2,93 | 3,12 | 0,24 |
| 80 | | 3,23 | 3,46 | 0,14 | 2,58 | 1,57 | 0,01 |
| 100 | | 3,18 | 3,58 | 0,06 | 3,03 | 3,09 | 0,05 |
| 120 | | 3,14 | 3,52 | 0,09 | 2,93 | 3,23 | 0,03 |
| 140 | | 3,06 | 3,17 | 0,32 | 2,77 | 1,59 | 0,23 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; *= significativo a 0,05 de probabilidade;

^{ns} = não significativo. # Dados transformados em \sqrt{x} ## Dados transformados em $\sqrt{x+1}$

No período da avaliação 15 – 30 DAP, observamos novamente, a primazia das plantas irrigadas com águas residuárias. Na Figura 14 nota-se que a que obteve taxa de altura máxima foi a da adubação inorgânica de 100% recomendada por Novais *et al.*(1991) no mesmo período estudado.

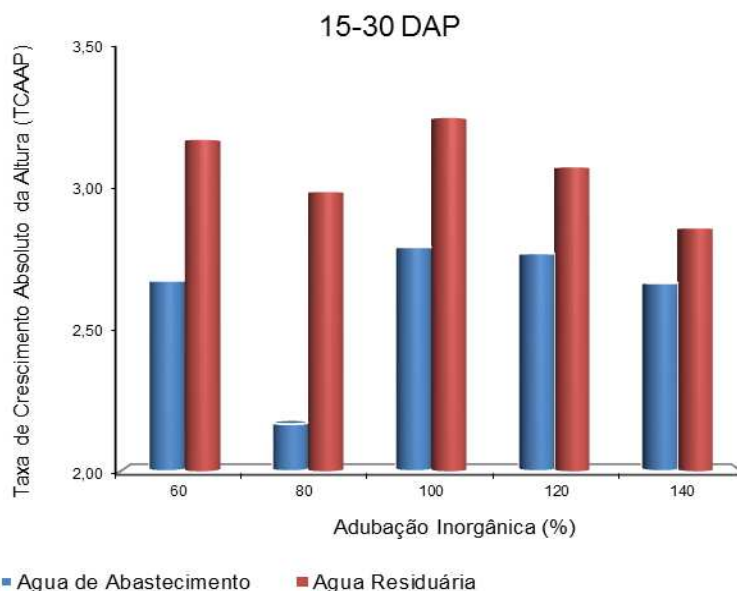


Figura 14 – Taxa de crescimento absoluto da altura de girassol no período entre 15 -30 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica no 2º ciclo.

5.1.4. Taxa de crescimento relativo da altura de planta (TCRAP)

Para o 1º ciclo não ocorreram efeitos significativos ($p > 0,05$) da TCRAP, dos fatores água, doses de nitrogênio e interação A x N para as épocas de avaliação. Nas avaliações no segundo ciclo da cultura do girassol (TABELA 7), observa-se também que, nos períodos estudados, tal qual no primeiro ciclo, não houveram efeitos significativos dos fatores do tipo de água, doses de nitrogênio e interação entre tipo de água e doses de nitrogênio sob a TCRAP.

A taxa de crescimento relativo, que representa a quantidade de matéria seca produzida por dia em relação à quantidade de matéria seca existente, mostrou tanto no primeiro ciclo, como no segundo ciclo, uma resposta semelhante no ponto de vista estatístico entre a planta irrigada com os dois tipos de água (residuária e abastecimento), nas épocas de avaliação.

Tabela 7. Anova e médias da taxa de crescimento relativo da altura de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios - DAP | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 1º Ciclo | | | | 2º Ciclo | | |
| | GL | 15-30 | 31-45# | 46-60## | 15-30 | 31-45# | 46-60## |
| Água (A) | 1 | 0,000008 ^{ns} | 0,000128 ^{ns} | 0,000004 ^{ns} | 0,000008 ^{ns} | 0,000174 ^{ns} | 0,000001 ^{ns} |
| Nitrogênio (N) | 4 | 0,000292 ^{ns} | 0,000272 ^{ns} | 0,000011 ^{ns} | 0,000140 ^{ns} | 0,005531 ^{ns} | 0,000006 ^{ns} |
| Interação AxN | 4 | 0,000138 ^{ns} | 0,000563 ^{ns} | 0,000004 ^{ns} | 0,000148 ^{ns} | 0,011122 ^{ns} | 0,000003 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 0,000123 | 0,000822 | 0,000005 | 0,000131 | 0,003502 | 0,000005 |
| CV % | - | 11,65 | 14,58 | 0,33 | 12,18 | 33,58 | 0,32 |
| Tipo de Água | | | | Média (cm cm dia⁻¹) | | | |
| Abastecimento | | 0,096 | 0,039 | 0,0004 | 0,093 | 0,035 | 0,0004 |
| Residuária | | 0,095 | 0,040 | 0,0012 | 0,094 | 0,035 | 0,0008 |
| Doses de Nitrogênio (%) | | | | | | | |
| 60 | | 0,102 | 0,038 | 0,00018 | 0,092 | 0,038 | 0,0008 |
| 80 | | 0,099 | 0,039 | 0,00010 | 0,090 | 0,030 | 0,0003 |
| 100 | | 0,095 | 0,042 | 0,00057 | 0,100 | 0,039 | 0,0001 |
| 120 | | 0,091 | 0,041 | 0,00127 | 0,094 | 0,041 | 0,0007 |
| 140 | | 0,089 | 0,037 | 0,00022 | 0,094 | 0,028 | 0,002 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo.

Dados transformados em \sqrt{x} ## Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$

5.1.5. Diâmetro caulinar (DC)

A Tabela 8 apresenta o resumo da análise de variância do diâmetro caulinar de plantas de girassol para os dois ciclos consecutivos. Sendo constatado que não houve efeitos significativos, quando avaliou-se o diâmetro caulinar de plantas de girassol sob doses de nitrogênio no 1º ciclo. O diâmetro caulinar das médias mantiveram-se semelhantes entre si, evidenciando resultado não significativo para esta variável, assim como os encontrados por Biscaro *et al.* (2008) para a mesma cultura. Segundo Marengo

e Lopes (2005), o aumento do diâmetro do caule, e conseqüentemente dos condutos de xilema, aumentam a disponibilidade de água e de nutrientes na época de formação do tecido vegetal, fato de muita importância a ser observado em cada situação de cultivo.

Verificou-se que a irrigação com água residuária tratada proporcionou um acréscimo nos valores médios de diâmetro caulinar (DC) em relação à irrigação com água de abastecimento em todas as épocas de avaliação.

Galbiatti *et al.* (2007), estudando o efeito da água residuária sobre a cultura da alfaca, encontraram uma superioridade no diâmetro caulinar (DC) de 10,7% sobre as plantas irrigadas com água de abastecimento.

Os valores não significativos para o diâmetro caulinar (DC) do presente trabalho tiveram uma discordância com Andrade *et al.* (2007), que, estudando o cultivo de girassol com água de abastecimento e residuária, obtiveram valores para o diâmetro caulinar (DC). Já Santos Júnior (2010) estudando o cultivo de girassol submetido a irrigação com água de abastecimento e residuária e doses crescentes de boro também observou que não houve efeito significativo nos dias 42, 56 e 63 DAP.

As médias analisadas em relação a variável diâmetro do segundo ciclo estão apresentados na Tabela 8. Verifica-se que não houve efeito significativo entre as médias dos tratamentos submetidos ao teste para o diâmetro caulinar para o fator nitrogênio. Resultados semelhantes também foram encontrados por Diniz (2004), quando estudou o efeito de adubações orgânicas e minerais aplicadas durante o primeiro ano de cultivo na cultura do gergelim.

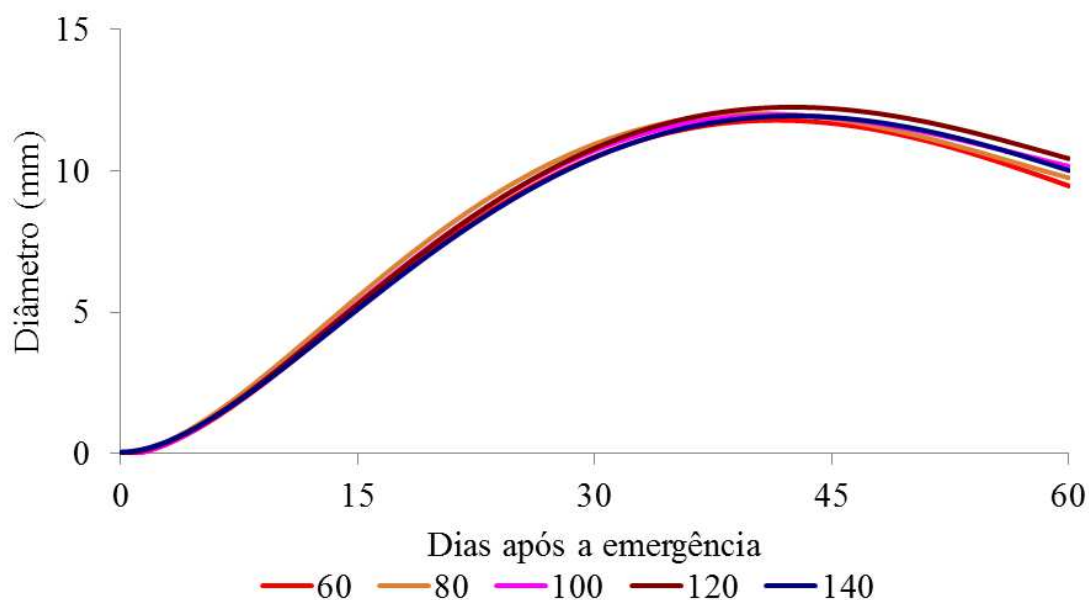
Com relação ao fator tipo de água, igual ao 1º ciclo, no segundo ciclo também não houve efeito significativo para as épocas avaliadas, exceto aos 15 DAP, onde a planta irrigada com água residuária teve um acréscimo de 11,72% em relação à irrigada com água de abastecimento. Para a interação entre o tipo de água e as dosagens de nitrogênio, não houve significância. Resultado semelhante encontrado por Oliveira *et al.* (2006), que também não observaram nenhuma interação nos componentes de crescimento da mamoneira, outra planta considerada oleaginosa.

Tabela 8. Anova e médias do diâmetro caulinar de plantas de girassol aos 15, 30, 45 e 60 dias o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | Diâmetro caulinar (mm), DAP | | | | | | | | |
| | GL | 1º Ciclo | | | | 2º Ciclo | | | |
| 15 | | 30 | 45 | 60 | 15 | 30 | 45# | 60# | |
| Água (A) | 1 | 0,013 ^{ns} | 2,608 ^{ns} | 0,936 ^{ns} | 0,522 ^{ns} | 5,780* | 5,300 ^{ns} | 0,0001 ^{ns} | 0,0001 ^{ns} |
| Nitrogênio (N) | 4 | 0,437 ^{ns} | 0,290 ^{ns} | 0,509 ^{ns} | 0,735 ^{ns} | 0,430 ^{ns} | 2,576 ^{ns} | 1,1119 ^{ns} | 1,1682 ^{ns} |
| Interação AxN | 4 | 0,234 ^{ns} | 1,272 ^{ns} | 0,493 ^{ns} | 0,709 ^{ns} | 0,230 ^{ns} | 3,997 ^{ns} | 1,5595 ^{ns} | 1,6072 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 0,339 | 0,956 | 0,770 | 0,615 | 0,750 | 1,899 | 0,7905 | 0,8644 |
| Total | 49 | | | | | | | | |
| CV % | - | 11,00 | 8,96 | 7,29 | 6,14 | 15,86 | 10,38 | 24,26 | 24,68 |
| Tipo de Água | | Média (mm) | | | | | | | |
| Abastecimento | | 5,28 | 10,69 | 11,94 | 12,66 | 5,12b | 13,59 | 13,44 | 13,84 |
| Residuária | | 5,31 | 11,15 | 12,17 | 12,87 | 5,80a | 12,95 | 13,12 | 13,51 |
| Doses de Nitrogênio (%) | | | | | | | | | |
| 60 | | 5,52 | 11,05 | 12,01 | 12,73 | 5,60 | 13,40 | 14,50 | 14,94 |
| 80 | | 5,11 | 10,98 | 11,85 | 12,56 | 5,20 | 12,80 | 11,30 | 11,64 |
| 100 | | 5,08 | 10,78 | 11,86 | 12,57 | 5,50 | 13,96 | 13,90 | 14,32 |
| 120 | | 5,27 | 10,72 | 12,05 | 12,77 | 5,70 | 13,45 | 15,20 | 15,66 |
| 140 | | 5,50 | 11,08 | 12,41 | 13,15 | 5,30 | 12,74 | 11,50 | 11,84 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo; * = significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} = não significativo. # Dados transformados em $\sqrt{x+1}$

Na evolução do diâmetro caulinar da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens da adubação inorgânica em função dos dias após o plantio, observa-se que as plantas obtiveram um crescimento semelhante em todas as dosagens estudadas (FIGURA 15). Percebe-se que aos 45 DAP as dosagens praticamente tiveram uma evolução semelhante, porém, até aos 60 DAP, as plantas com dosagem de 120 e 100% se destacam melhor.



$$Y_{60\%} = -0,0326 + 0,0670X^2 - 0,0144X^{2,5} + 0,0008X^3 \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{80\%} = 0,0174 + 0,0743X^2 - 0,0164X^{2,5} + 0,0009X^3 \quad r^2 = 0,99$$

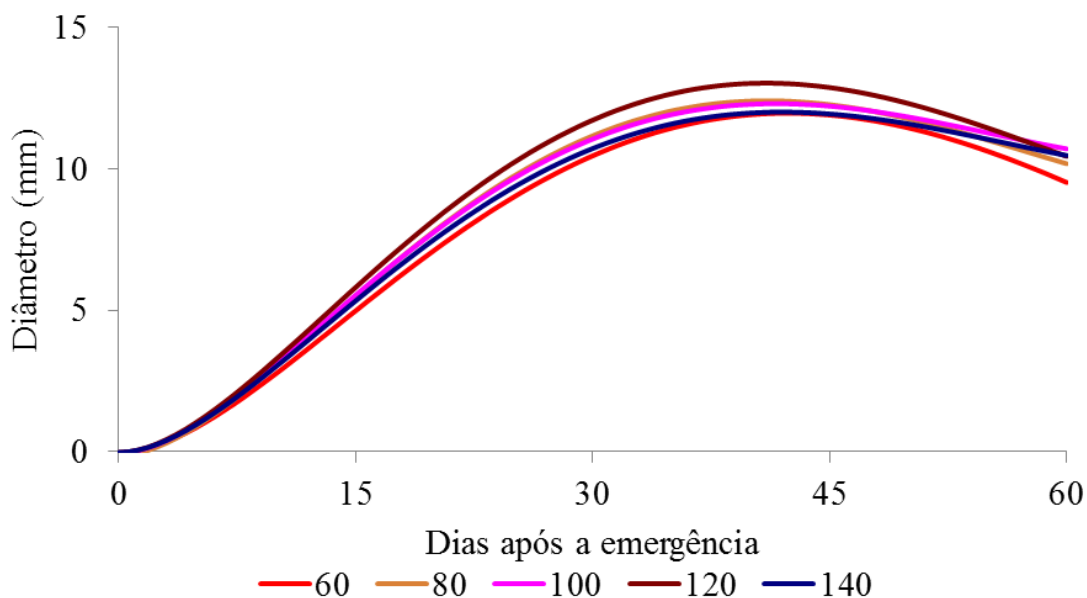
$$Y_{100\%} = -0,0606 + 0,0713X^2 - 0,0156X^{2,5} + 0,0009X^3 \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{120\%} = 0,0138 + 0,0683X^2 - 0,0147X^{2,5} + 0,0008X^3 \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{140\%} = 0,0598 + 0,0643X^2 - 0,0137X^{2,5} + 0,0007X^3 \quad r^2 = 0,99$$

Figura 15 - Evolução do diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água de abastecimento em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo.

Para a evolução do diâmetro da planta ao longo do segundo ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens da adubação inorgânica em função dos dias após o plantio irrigado com água residuária, observa-se que as plantas obtiveram um crescimento semelhante em todas as dosagens estudadas (FIGURA 16), podendo-se notar, pelo modelo matemático, que nas dosagens de adubação inorgânica até 30 DAP tiveram um aumento semelhante, após os 30 DAP, as dosagens de 100 e 120% tiveram um diâmetro máxima de 10,71 e 10,47cm respectivamente. A dosagem que obteve um diâmetro inferior aos demais foi a dosagem de 60% recomendada por Novais *et al.*(1991)



$$Y_{60\%} = -0,0340 + 0,0627X^2 - 0,0131X^{2,5} + 0,0007X^3 \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{80\%} = -0,1382 + 0,0750X^2 - 0,0164X^{2,5} + 0,0009X^3 \quad r^2 = 0,99$$

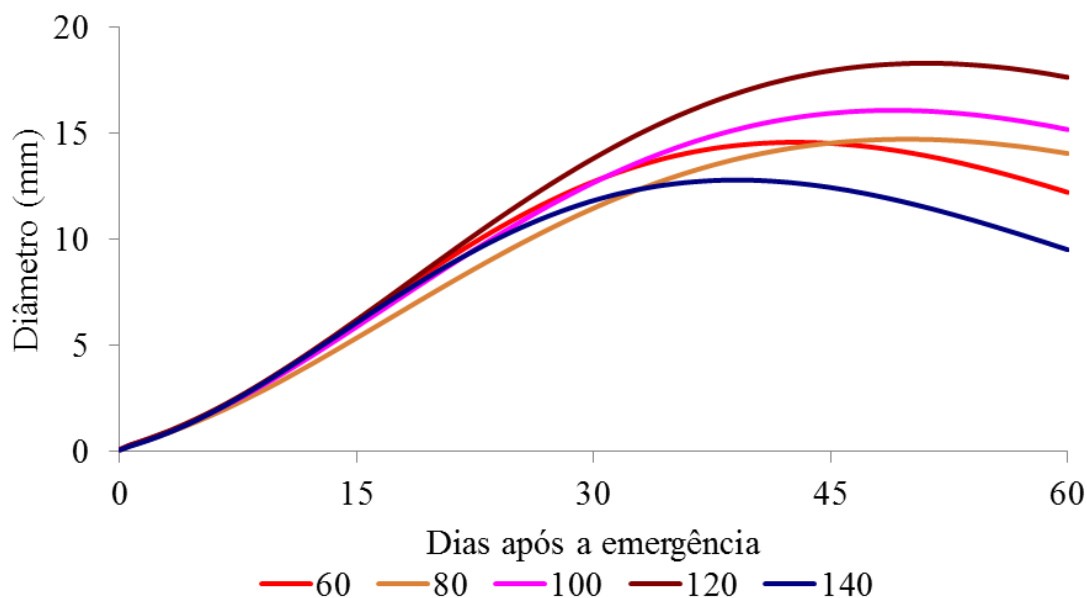
$$Y_{100\%} = -0,0466 + 0,0750X^2 - 0,0166X^{2,5} + 0,0009X^3 \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{120\%} = -0,0287 + 0,0767X^2 - 0,0167X^{2,5} + 0,0009X^3 \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{140\%} = -0,0258 + 0,0714X^2 - 0,0157X^{2,5} + 0,0009X^3 \quad r^2 = 0,99$$

Figura 16 - Evolução do diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água residuária em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo.

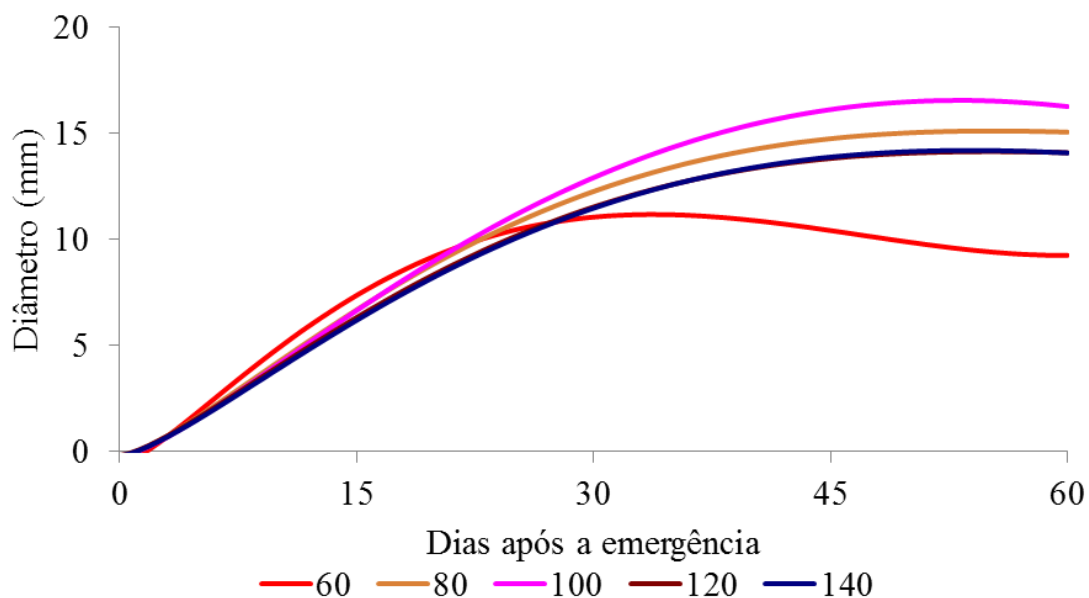
A evolução do diâmetro caulinar de plantas de girassol sob diferentes doses de adubação inorgânica irrigada com água de abastecimento está apresentada na Figura 17. Observa-se que, aproximadamente até aos 16 DAP, não houve diferença entre os tratamentos, sendo que na dosagem de 140%, as plantas apresentaram um melhor crescimento em diâmetro, em relação às outras dosagens, durante o período até aos 15 DAP praticamente. Porém, aos 16 DAP, a dosagem de 120% de nitrogênio teve uma evolução e, só a partir deste ponto, que as plantas referentes a essa dosagem cresceram mais que as demais. Pode-se constatar ainda, os valores constantes das dosagens de 140 tiveram um declínio em relação às outras, sendo a dosagem que obteve o diâmetro inferior com 9,52cm.



$$\begin{aligned} \ln Y_{60\%} &= -2,4758 - 0,1206X + 1,5774X^{0,5} & r^2 &= 0,94 \\ \ln Y_{80\%} &= -2,2649 - 0,0994X + 1,4036X^{0,5} & r^2 &= 0,99 \\ \ln Y_{100\%} &= -2,2621 - 0,1030X + 1,4409X^{0,5} & r^2 &= 0,98 \\ \ln Y_{120\%} &= -2,2466 - 0,1010X + 1,4432X^{0,5} & r^2 &= 0,99 \\ \ln Y_{140\%} &= -2,5963 - 0,1319X + 1,6475X^{0,5} & r^2 &= 0,89 \end{aligned}$$

Figura 17 - Evolução do diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água de abastecimento em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo.

A evolução do diâmetro caulinar de plantas de girassol sob diferentes doses de adubação inorgânica irrigado com água residuária está apresentado na Figura 18. Observa-se que, aproximadamente até aos 15 DAP, não houve diferença entre os tratamentos, sendo que na dosagem de 100%, as plantas apresentaram um melhor crescimento em diâmetro, em relação às outras dosagens, seguido pela dosagem de 80%. Pode-se constatar ainda, que a dosagem de 60% obteve um declínio em relação às outras dosagens.



$$Y_{60\%} = -0,2292 + 0,2467X^{1,5} - 0,0347X^2 + 0,0001X^3 \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{80\%} = -0,5860 + 0,3547X^{1,5} - 0,0606X^2 + 0,0003X^3 \quad r^2 = 0,89$$

$$Y_{100\%} = -0,2185 + 0,2243X^{1,5} - 0,0283X^2 + 0,0001X^3 \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{120\%} = -0,1758 + 0,2328X^{1,5} - 0,0329X^2 + 0,0001X^3 \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{140\%} = -0,1980 + 0,2240X^{1,5} - 0,0309X^2 + 0,0001X^3 \quad r^2 = 0,99$$

Figura 18 - Evolução do diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água residuária em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo.

Essa superioridade constante da irrigação com água residuária tratada sobre o uso de água de abastecimento na irrigação ao longo dos dois ciclos, também foi observado por Andrade *et al.* (2012a).

5.1.6. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar (TCADC)

Verificou-se que não houve efeito significativo ($p > 0,05$) entre as taxas de crescimento absoluto do diâmetro nos períodos avaliados no 1º ciclo em função da água de irrigação e da adubação inorgânica (TABELA 9).

O menor valor médio para o todo o período de duração do experimento (15-30 DAP) para a taxa de crescimento foi encontrado na dosagem de nitrogênio com 120% com 0,36 mm dia⁻¹ e o maior valor de 0,39 mm dia⁻¹ foi obtido na dosagem de nitrogênio com 80%. No período de duração do experimento (31-45 DAP) o maior valor foi na dosagem com 120% com 0,23 mm dia⁻¹ e o menor valor médio encontrado com 0,30 mm dia⁻¹ na dosagem de 80%. No último período estudado o menor valor médio foi encontrado na dosagem de 80% e o maior com 60% de dosagem, com 0,19 e 0,24 mm dia⁻¹, respectivamente.

Seguindo a tendência da taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar do primeiro ciclo, a TCADC no segundo ciclo não foi afetada significativamente nas doses de adubação inorgânica (N) e nem na interação de água de irrigação com adubação inorgânica (A x N) nos períodos analisados. Para o fator água, houve efeito significativo para o primeiro período (15 – 30 DAP), não havendo significância nas outras duas avaliações (TABELA 9).

Tabela 9. Anova e médias da taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios - DAP | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | GL | 1º Ciclo | | | 2º Ciclo | | |
| | | 15-30 | 31-45# | 46-60# | 15-30 | 31-45## | 46-60### |
| Água (A) | 1 | 0,010 ^{ns} | 0,008 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,093312 [*] | 0,007477 ^{ns} | 0,000344 ^{ns} |
| Nitrogênio (N) | 4 | 0,001 ^{ns} | 0,010 ^{ns} | 0,002 ^{ns} | 0,005033 ^{ns} | 0,045604 ^{ns} | 0,000339 ^{ns} |
| Interação AxN | 4 | 0,002 ^{ns} | 0,009 ^{ns} | 0,004 ^{ns} | 0,015737 ^{ns} | 0,095215 ^{ns} | 0,000683 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 0,004 | 0,006 | 0,003 | 0,006237 | 0,041124 | 0,000560 |
| CV % | - | 17,65 | 29,91 | 24,46 | 15,14 | 20,77 | 3,18 |
| Tipo de Água | | | | Média (mm dia⁻¹) | | | |
| Abastecimento | | 0,36 | 0,08 | 0,048 | 0,56a | 0,015 | 0,027 |
| Residuária | | 0,39 | 0,07 | 0,046 | 0,49b | 0,011 | 0,026 |
| Doses de Nitrogênio (%) | | | | | | | |
| 60 | | 0,37 | 0,064 | 0,048 | 0,527 | 0,077 | 0,029 |
| 80 | | 0,39 | 0,060 | 0,047 | 0,506 | -0,106 | 0,023 |
| 100 | | 0,38 | 0,072 | 0,047 | 0,556 | -0,001 | 0,028 |
| 120 | | 0,36 | 0,087 | 0,048 | 0,521 | 0,105 | 0,031 |
| 140 | | 0,37 | 0,088 | 0,049 | 0,498 | -0,085 | 0,023 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo. # Dados transformados em \sqrt{x} ## Dados transformados em $\sqrt{x+1}$ ### Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$

Observamos no período de 15 - 30 DAP, que as plantas irrigadas com água de abastecimento obtiveram um melhor desempenho em relação às plantas irrigadas com água residuária. A dosagem com 120% em relação à recomendação por Novais *et al.* (1991) foi a que obteve um resultado melhor.

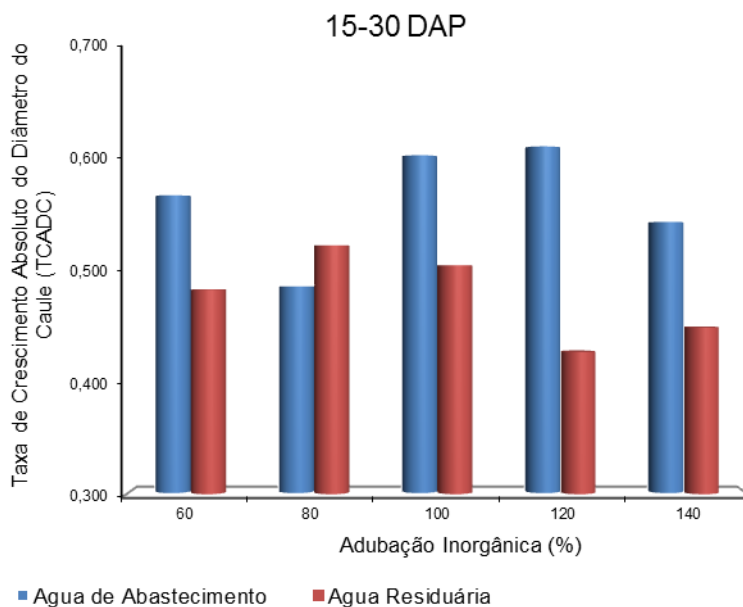


Figura 19 – Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar do girassol no período entre 15 -30 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica no 2º ciclo.

5.1.7. Taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar (TCRDC)

No resumo da análise de variância (TABELA 10), verificou-se que não houve efeito significativo ($p>0,05$) entre as taxas de crescimento relativo do diâmetro caulinar nos períodos avaliados em função da água de irrigação e da adubação inorgânica no 1º ciclo.

O menor valor médio para o todo o período de duração do experimento (15-30 DAP) para a taxa de crescimento foi encontrado na dosagem de nitrogênio com 140% com $0,0467 \text{ mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e o maior valor de $0,092 \text{ mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ foi obtido na

dosagem de nitrogênio com 80%. No período de duração do experimento (31-45 DAP) o maior valor foi na dosagem com 140% com 0,714 mm dia⁻¹ e o menor valor médio encontrado com 0,710 mm dia⁻¹ na dosagem de 60%. No último período estudado o menor valor médio foi encontrado na dosagem de 140% e o maior com 80% de dosagem, com 0,7078 e 0,7092 mm dia⁻¹, respectivamente.

De acordo com a análise de variância para o 2º ciclo, houve efeito significativo para o fator água de irrigação (A) para o primeiro período de taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar (TCRDC), e nos demais períodos não houve efeito (TABELA 10). Para o fator das doses de nitrogênio (N) e a interação entre os tipos de água de irrigação e as doses de nitrogênio (A x N) não ocorreu efeito significativo.

Observamos novamente no período de 15 - 30 DAP, que as plantas irrigadas com água de abastecimento obtiveram um melhor desempenho em relação às plantas irrigadas com água residuária, assim como para a taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar (TCADC).

Tabela 10. Anova e médias da taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios - DAP | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | GL | 1º Ciclo | | | 2º Ciclo | | |
| | | 15-30 | 31-45# | 46-60# | 15-30 | 31-45# | 46-60# |
| Água (A) | 1 | 0,000128 ^{ns} | 0,000016 ^{ns} | 0,000004 ^{ns} | 0,001458* | 0,000310 ^{ns} | 0,000001 ^{ns} |
| Nitrogênio (N) | 4 | 0,000043 ^{ns} | 0,000021 ^{ns} | 0,000004 ^{ns} | 0,000013 ^{ns} | 0,001494 ^{ns} | 0,000003 ^{ns} |
| Interação AxN | 4 | 0,000013 ^{ns} | 0,000016 ^{ns} | 0,000014 ^{ns} | 0,000073 ^{ns} | 0,002372 ^{ns} | 0,000008 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 0,000093 | 0,000011 | 0,000009 | 0,000062 | 0,001737 | 0,000009 |
| CV % | - | 19,92 | 0,46 | 0,43 | 12,99 | 5,93 | 0,43 |
| Tipo de Água | | | | Média (mm mm dia⁻¹) | | | |
| Abastecimento | | 0,047 | 0,008 | 0,0020 | 0,066a | 0,0004 | 0,0020 |
| Residuária | | 0,050 | 0,006 | 0,0028 | 0,055b | 0,0072 | 0,0024 |
| Doses de Nitrogênio (%) | | | | | | | |
| 60 | | 0,0495 | 0,0054 | 0,0030 | 0,061 | 0,005 | 0,003 |
| 80 | | 0,0492 | 0,0059 | 0,0031 | 0,061 | 0,029 | 0,003 |
| 100 | | 0,0487 | 0,0068 | 0,0028 | 0,062 | 0,010 | 0,002 |
| 120 | | 0,0478 | 0,0080 | 0,0021 | 0,059 | 0,009 | 0,002 |
| 140 | | 0,0467 | 0,0098 | 0,0010 | 0,060 | 0,008 | 0,001 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo; * = significativo a 0,05 de probabilidade; # Dados transformados em \sqrt{x} ## Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$

5.1.8. Número de folhas (NF)

No resumo da análise de variância (TABELA 11), verificou-se que não houve efeito significativo ($p>0,05$) entre o número de folhas (NF) em função da água de irrigação e da adubação inorgânica e interação entre os fatores no 1º ciclo.

Com relação às doses de adubação inorgânica utilizadas, verificou a influência do uso de água residuária de esgoto doméstico tratado, a partir dos 45 DAP, no aumento do número de folhas (NF) das plantas de girassol em relação ao tratamento irrigação com água de abastecimento com o melhor desempenho com a dosagem de 80% com 23,43 folhas e a menor obtida foi a de 21,03 folhas com a dosagem de 120% de adubação nitrogenada recomendada por Novais *et al.* (1991) aos 60 dias após a emergência. Estes resultados podem ser comparados aos obtidos por Nobre *et al.* (2009), que obtiveram, para o girassol (cv. EMBRAPA 122/V2000), maiores médias de número de folhas por planta aos 39 e 63 DAP quando utilizaram água residuária na irrigação.

Andrade *et al.* (2007), estudando o cultivo de girassol com água de abastecimento e residuária, obtiveram valores significativos e Costa *et al.* (2010) com relação o número de folhas, observaram também efeito significativo, indicando a influência das doses crescentes de nitrogênio, este resultados estão em desacordo com presente trabalho para a mesma variável.

Pelo resumo da anova na Tabela 11 para o 2º ciclo, percebe-se que houve efeito significativo ($p<0,05$) em relação à água de irrigação nos períodos de 15 e 30 DAP. Em relação às doses de nitrogênio ocorreu efeito significativo para o período de 30 DAP. Em referência a interação dos fatores água e doses de nitrogênio, nenhuma variável teve efeito significativo a 0,05 de probabilidade.

Avaliando as médias do tipo de água, percebe-se que as plantas irrigadas com água residuária foram superiores as plantas irrigadas com água de abastecimento. Ao contrário do presente estudo, Rebouças *et al.* (2010), ao avaliarem o crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado, observaram que

a variável número de folhas (NF) foi significativamente maior quando se utilizou água de abastecimento.

Com relação às doses de adubação inorgânicas utilizadas, verifica-se a influência do uso de água residuária tratado, aumentando o número de folhas das plantas de girassol em relação ao tratamento irrigação com água de abastecimento, sendo o melhor desempenho com a dosagem de 120% com 21,90 e a menor obtida foi a de 18,20 com a dosagem de 80% de adubação inorgânica recomendada por Novais *et al.* (1991) aos 30 dias após o plantio.

Tabela 11. Anova e médias do número de folhas de plantas de girassol aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | | | | |
|--------------------------------|----|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | Número de Folhas, DAP | | | | | | | |
| | | 1º Ciclo | | | | 2º Ciclo | | | |
| | 15 | 30 | 45 | 60 | 15 | 30 | 45# | 60# | |
| Água (A) | 1 | 0,020 ^{ns} | 6,480 ^{ns} | 2,420 ^{ns} | 2,420 ^{ns} | 3,920 [*] | 23,120 [*] | 1,546 ^{ns} | 3,056 ^{ns} |
| Nitrogênio (N) | 4 | 0,880 ^{ns} | 3,620 ^{ns} | 9,720 ^{ns} | 9,720 ^{ns} | 1,820 ^{ns} | 20,100 [*] | 2,421 ^{ns} | 2,284 ^{ns} |
| Interação AxN | 4 | 2,320 ^{ns} | 11,080 ^{ns} | 7,420 ^{ns} | 7,420 ^{ns} | 0,120 ^{ns} | 3,220 ^{ns} | 1,614 ^{ns} | 1,537 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 1,010 | 6,340 | 8,260 | 8,260 | 0,910 | 5,340 | 0,960 | 1,175 |
| CV % | - | 13,12 | 12,39 | 12,96 | 12,96 | 12,36 | 11,22 | 24,95 | 26,44 |
| Tipo de Água | | Média | | | | | | | |
| Abastecimento | | 7,68 | 20,68 | 21,96 | 21,97 | 7,44b | 19,92b | 14,32 | 15,20 |
| Residuária | | 7,64 | 19,96 | 22,40 | 22,41 | 8,00a | 21,28a | 16,76 | 19,04 |
| Doses de Nitrogênio (%) | | | | | | | | | |
| 60 | | 7,83 | 19,79 | 21,39 | 21,40 | 8,10 | 21,30b | 18,00 | 19,80 |
| 80 | | 7,47 | 20,93 | 23,42 | 23,43 | 7,00 | 18,20b | 12,20 | 13,50 |
| 100 | | 7,39 | 20,55 | 22,26 | 22,28 | 7,90 | 20,90ab | 14,40 | 16,20 |
| 120 | | 7,57 | 19,93 | 21,02 | 21,03 | 7,70 | 21,90a | 19,60 | 20,80 |
| 140 | | 8,03 | 20,39 | 22,79 | 22,08 | 7,90 | 20,70ab | 13,50 | 15,30 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo; ^{*} = significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} = não significativo. # Dados transformados em $\sqrt{x+1}$

Pode-se observar, na Figura 20, que houve um crescimento acentuado do número de folhas dos 15 aos 30 DAP para todas as dosagens estudadas, sendo registrado a partir do 35 DAP, segundo o modelo matemático, o maior número de folhas obtido na dosagem de 120%, tendo um crescimento maior do que a dosagem de 100% de N reduzindo a partir daí sua taxa de crescimento.

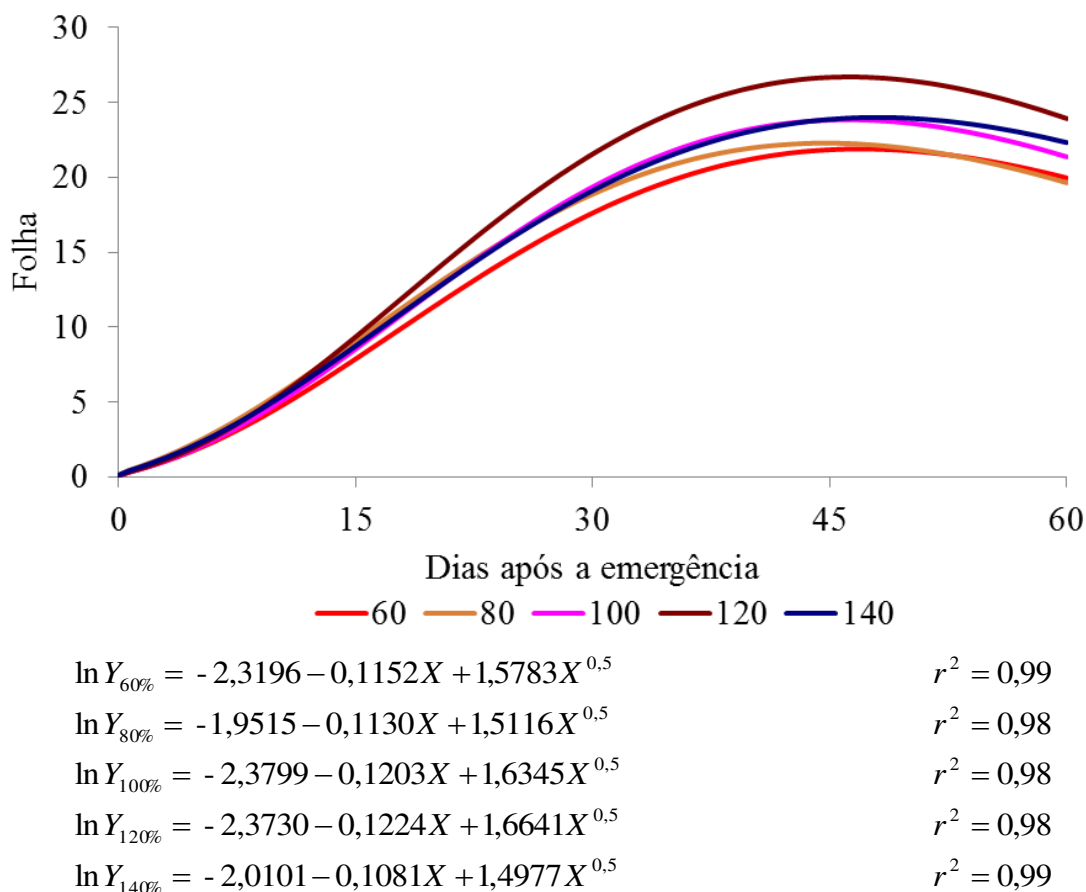
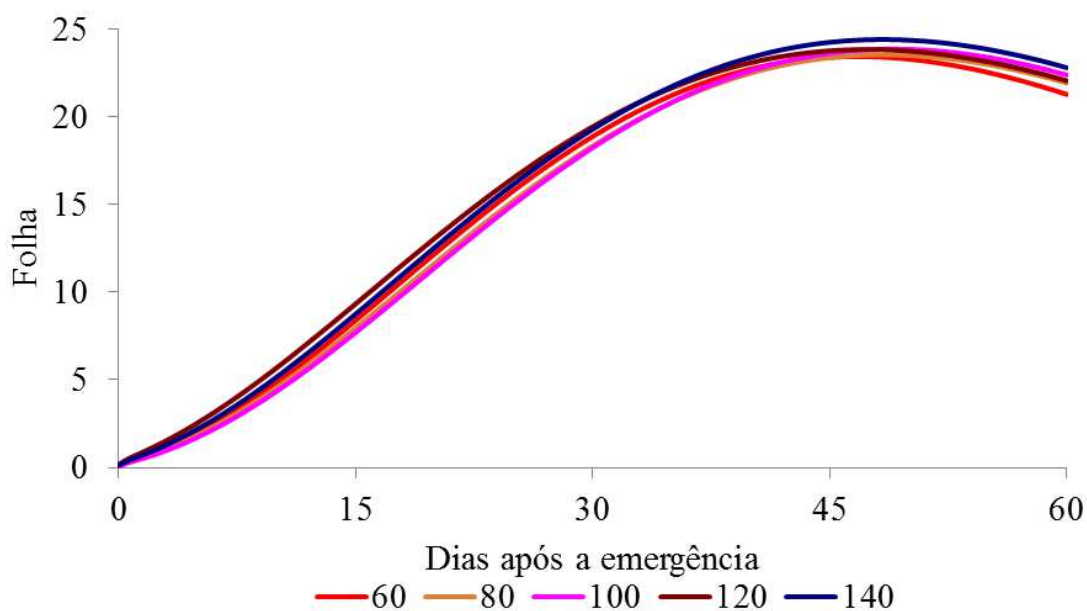


Figura 20 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água de abastecimento em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo.

A evolução de número de folhas de plantas de girassol sob diferentes doses de adubação inorgânica irrigado com água residuária está apresentado na Figura 21. Observa-se que, aproximadamente até aos 30 DAP, não houve diferença entre os tratamentos, sendo que na dosagem de 140%, as plantas apresentaram um melhor número de folhas, em relação às outras dosagens, seguido pela dosagem de 100%. Pode-se constatar ainda, que a dosagem de 60% obteve um declínio em relação às outras dosagens.



$$\ln Y_{60\%} = -2,3065 - 0,1168X + 1,5975X^{0,5} \quad r^2 = 0,98$$

$$\ln Y_{80\%} = -2,3515 - 0,1138X + 1,5842X^{0,5} \quad r^2 = 0,99$$

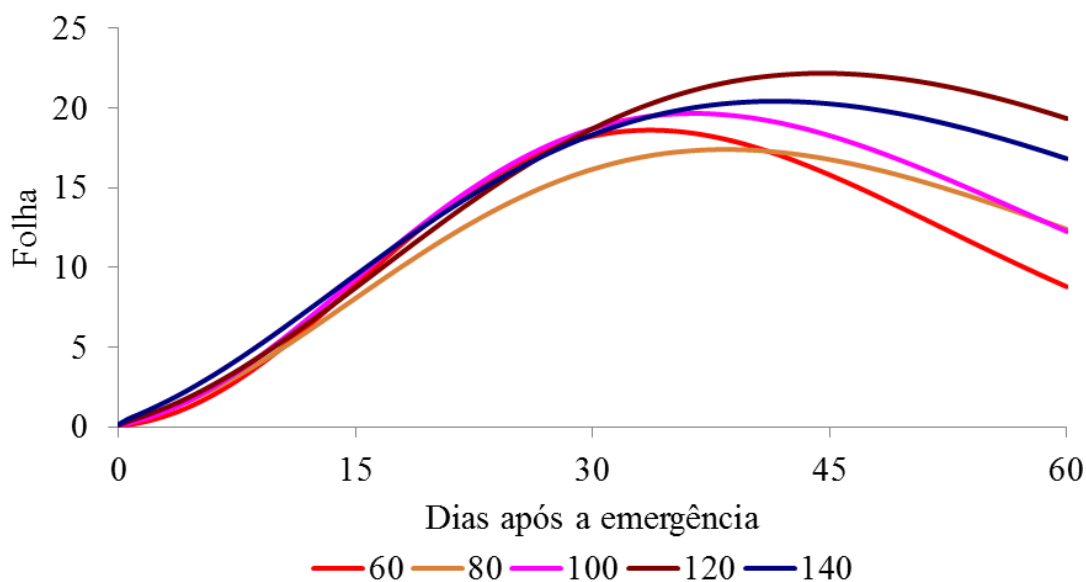
$$\ln Y_{100\%} = -2,4874 - 0,1154X + 1,6167X^{0,5} \quad r^2 = 0,99$$

$$\ln Y_{120\%} = -1,7299 - 0,1035X + 1,4248X^{0,5} \quad r^2 = 0,99$$

$$\ln Y_{140\%} = -2,0280 - 0,1081X + 1,5026X^{0,5} \quad r^2 = 0,99$$

Figura 21 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água residuária em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo.

A evolução do número de folhas ao longo do tempo em função das doses de nitrogênio e da disponibilidade de água disponível do solo (FIGURA 22) verificou que houve um crescimento acentuado do número de folhas para todas as dosagens estudadas, segundo o modelo matemático, indicando que a dosagem de 120% teve o maior número de folhas em todas as dosagens.



$$\ln Y_{60\%} = -3,7256 - 0,1978X + 2,2934X^{0,5} \quad r^2 = 0,74$$

$$\ln Y_{80\%} = -2,5861 - 0,1416X + 1,7561X^{0,5} \quad r^2 = 0,89$$

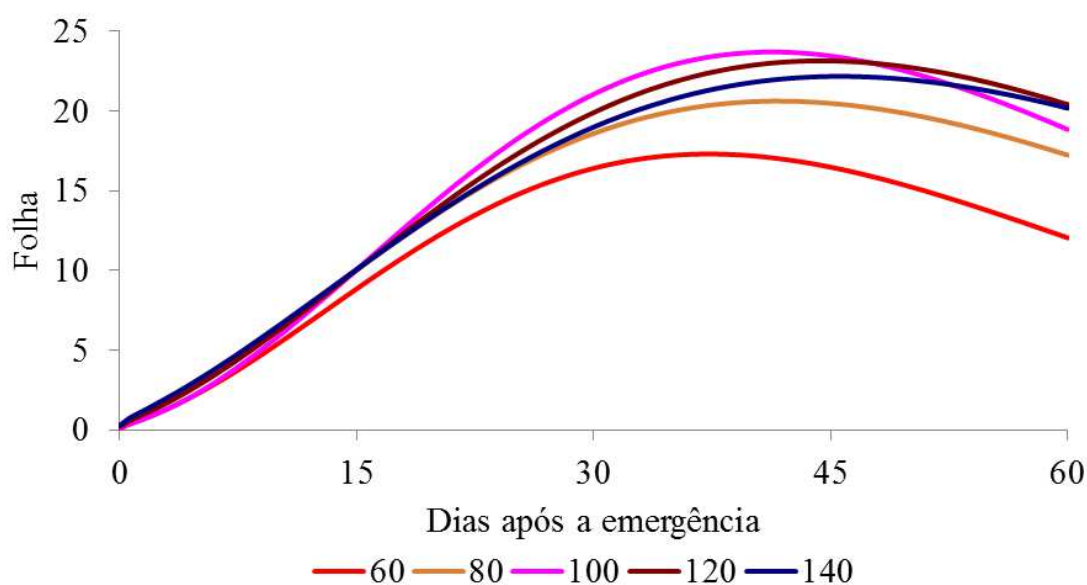
$$\ln Y_{100\%} = -2,8674 - 0,1607X + 1,9384X^{0,5} \quad r^2 = 0,85$$

$$\ln Y_{120\%} = -2,1876 - 0,1187X + 1,5845X^{0,5} \quad r^2 = 0,97$$

$$\ln Y_{140\%} = -1,7553 - 0,1148X + 1,4804X^{0,5} \quad r^2 = 0,92$$

Figura 22 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água de abastecimento em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo.

A evolução do número de folhas ao longo do tempo em função das doses de nitrogênio irrigado com água residuária (FIGURA 23) verificou que houve um crescimento acentuado do número de folhas para todas as dosagens estudadas, segundo o modelo matemático, indicando que a dosagem de 120 e 140% teve o maior número de folhas em todas as dosagens e a dosagem 60% houve um declínio a partir dos 40 DAP.



$$\begin{aligned} \ln Y_{60\%} &= -2,1581 - 0,1344X + 1,6409X^{0,5} & r^2 &= 0,82 \\ \ln Y_{80\%} &= -1,4685 - 0,1078X + 1,3924X^{0,5} & r^2 &= 0,88 \\ \ln Y_{100\%} &= -2,2636 - 0,1315X + 1,6899X^{0,5} & r^2 &= 0,93 \\ \ln Y_{120\%} &= -1,6189 - 0,1072X + 1,42901X^{0,5} & r^2 &= 0,94 \\ \ln Y_{140\%} &= -1,2372 - 0,0951X + 1,2844X^{0,5} & r^2 &= 0,92 \end{aligned}$$

Figura 23 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol para diferentes níveis de dosagens de adubação inorgânica irrigado com água residuária em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo.

5.1.9. Área foliar (AF)

Conforme o resumo da análise de variância houve efeito significativo da água de irrigação ($p < 0,05$) para a variável área foliar no 1º ciclo, na avaliação aos 15 dias após o plantio verificando que a variedade Catissol 01 obteve melhor desempenho quando irrigado com água residuária, com 310,83 cm², em comparação com água de abastecimento que foi de 267,08 cm². Já na avaliação aos 30 dias não houve efeito significativo (TABELA 12). Com relação às doses de adubação inorgânica utilizadas e a interação entre os tipos de água e as doses de nitrogênio não houve efeito significativo.

A Tabela 12 ainda apresenta o resumo da análise de variância da área foliar das plantas de girassol aos 15 e 30 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para o segundo ciclo. Observando a tabela mencionada percebe-se que não houve efeito significativo nos períodos avaliados para o fator água (A) e nem para a interação entre tipo de água e adubação inorgânica (A x N). Para o fator das dosagens de adubação inorgânica houve efeito significativa no período dos 30 DAP. Este fato, também foi constatado por Alves *et al.* (2009a), os quais observaram que as aplicações com água residuária não afetaram o desenvolvimento das plantas de algodão. Com relação às doses de adubação orgânica utilizadas, verificou que a água residuária obteve melhor desempenho em relação à água de abastecimento, tendo a dosagem de 120% com 50,07 cm².

Tabela 12. Anova e médias da Área Foliar das plantas de girassol aos 15 e 30 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | |
|--------------------------------|-----|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|
| | | Área Foliar (cm ²), DAP | | | |
| | | 1º Ciclo | | 2º Ciclo | |
| | 15# | 30 | 15# | 30## | |
| Água (A) | 1 | 21,163* | 93721,120 ^{ns} | 41,778 ^{ns} | 3,204 ^{ns} |
| Nitrogênio (N) | 4 | 4,224 ^{ns} | 115359,511 ^{ns} | 29,524 ^{ns} | 128,298* |
| Interação AxN | 4 | 2,117 ^{ns} | 64210,947 ^{ns} | 8,465 ^{ns} | 46,847 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 4,004 | 74001,161 | 12,251 | 36,582 |
| CV % | - | 11,86 | 12,75 | 20,84 | 13,34 |
| Tipo de Água | | | Média (cm²) | | |
| Abastecimento | | 267,08b | 2089,70 | 323,68 | 2082,06 |
| Residuária | | 310,83a | 2176,29 | 267,72 | 2113,64 |
| Doses de Nitrogênio (%) | | | | | |
| 60 | | 252,32 | 2024,36 | 230,40 | 2157,90b |
| 80 | | 289,82 | 2024,28 | 256,30 | 1630,00b |
| 100 | | 297,42 | 2146,28 | 369,30 | 2155,40a |
| 120 | | 296,56 | 2254,99 | 318,00 | 2494,90a |
| 140 | | 308,67 | 2215,05 | 304,50 | 2051,06ab |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; *= significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} = não significativo. # Dados transformados em \sqrt{x} ## Dados transformados em $\sqrt{x+1}$

Nesta pesquisa houve discordância em relação à pesquisa de Costa *et al.* (2010) que verificou que a variável área foliar (AF) não sofreu efeitos da água de irrigação a nível de 0,01 de probabilidade, em todas as épocas.

Costa *et al.* (2010) estudando a área foliar, observaram que os tratamentos não afetaram essa característica da planta. Segundo Oliveira (1995) o aumento da área foliar implica num aumento da superfície fotossintetizadora, na elevação da superfície assimiladora e, conseqüentemente, no rendimento da planta.

Prado e Leal (2006) pesquisando as deficiências nutricionais no girassol constataram que a omissão de N reduziu significativamente o desenvolvimento das plantas, afetando o número de folhas, a altura das plantas, o diâmetro do caule e a área foliar.

5.1.10. Fitomassas

A água de irrigação e a adubação inorgânica não afetaram significativamente todas as fitomassas avaliadas, exceto as fitomassas fresca e seca da parte área nos dois ciclos estudados (TABELA 13). Resultados corroborando por Petcu *et al.* (2001) e Soleimanzadeh *et al.* (2010). Bruginski e Pissaia (2002) estudando a aplicação de diferentes doses de nitrogênio (0 a 125 kg ha⁻¹) sobre a cultura do girassol não constataram efeito significativo sobre a produção de massa seca de caule, pecíolo, folhas e capítulo, citam, neste caso, a presença de alto teor de matéria orgânica existente no solo como um dos fatores a contribuir para este resultado.

A não significância do efeito da adubação inorgânica nas fitomassas analisadas diferiu dos resultados obtidos por Guedes Filho *et al.* (2011) que, estudando a produção de fitomassa do girassol cultivado em um Neossolo, sob adubação nitrogenada e níveis de água disponível, verificou que os resultados foram influenciados pela adubação nitrogenada.

Apesar da variação das doses de adubação inorgânica fornecida as plantas, não verificou-se efeito significativo sobre as variáveis estudadas, denotando que a quantidade de N contido na adubação de plantio disponibilizaram quantidades satisfatórias de nitrogênio ao girassol.

Em relação aos tipos de água, a água residuária atingiu valores superiores ao da água de abastecimento nas fitomassas estudadas. Hussar *et al.* (2005) enfatizam a importância do uso de água residuária na agricultura a partir de resultados obtidos com a cultura da beterraba, em que as plantas irrigadas com água residuária obtiveram resultados estatisticamente iguais às que receberam adubação convencional.

Segundo Lucas Filho *et al.* (2002) a maior disponibilidade de nutrientes no solo, causada pela aplicação de águas residuárias, pode levar a um melhor desenvolvimento da planta, com maior produção de matéria seca. E, desde que o teor dos diferentes nutrientes disponíveis no solo esteja equilibrado em função das necessidades da planta, a maior produção de matéria seca poderá conduzir à maior produtividade.

Os resultados obtidos neste experimento em relação água de irrigação, concordam com os alcançados por Guedes Filho *et al.* (2011) e por Santos *et al.* (2002) que, estudando o comportamento de cultivares de girassol em diferentes condições de umidade e adubação nitrogenada, constataram efeito significativo, visto que o principal mecanismo de contato íon-raiz é governado pelo fluxo de massa.

Tabela 13. Anova e médias da fitomassa fresca da parte área (FFPA), fitomassa seca da parte área (FSPA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR) e fitomassa seca total (FST), em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| | | 1º Ciclo | | | | | 2º Ciclo | | | | |
| | | FFPA# | FSPA | FFR## | FSR## | FST### | FFPA | FSPA | FFR### | FSR### | FST |
| Água (A) | 1 | 9,058* | 91,530* | 1,101 ^{ns} | 1,441 ^{ns} | 2,595 ^{ns} | 433,946* | 242,881* | 0,041 ^{ns} | 0,183 ^{ns} | 344,846 ^{ns} |
| Nitrogênio (N) | 4 | 1,055 ^{ns} | 33,795 ^{ns} | 0,356 ^{ns} | 0,095 ^{ns} | 0,194 ^{ns} | 100,782 ^{ns} | 59,779 ^{ns} | 2,694 ^{ns} | 0,495 ^{ns} | 47,005 ^{ns} |
| Interação AxN | 4 | 0,414 ^{ns} | 10,543 ^{ns} | 0,321 ^{ns} | 0,748 ^{ns} | 0,596 ^{ns} | 28,833 ^{ns} | 38,120 ^{ns} | 1,239 ^{ns} | 0,694 ^{ns} | 124144 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 1,655 | 18,108 | 0,452 | 0,648 | 0,778 | 41,991 | 27,808 | 1,412 | 0,862 | 73,353 |
| CV % | - | 18,53 | 14,86 | 26,42 | 36,53 | 13,79 | 15,94 | 14,88 | 25,28 | 29,24 | 18,90 |
| Tipo de Água | | | | | | Média (g) | | | | | |
| Abastecimento | | 43,60b | 27,29b | 14,00 | 10,51 | 37,76 | 37,70b | 33,26b | 22,14 | 9,45 | 42,68 |
| Residuíria | | 56,10a | 29,99a | 17,36 | 13,59 | 43,60 | 43,60a | 37,64a | 22,95 | 10,29 | 47,94 |
| Doses de Nitrogênio (%) | | | | | | | | | | | |
| 60 | | 44,65 | 28,34 | 15,48 | 10,10 | 38,50 | 40,86 | 34,71 | 20,69 | 8,59 | 43,30 |
| 80 | | 48,77 | 26,10 | 22,39 | 13,09 | 39,50 | 38,86 | 34,03 | 30,90 | 9,26 | 43,29 |
| 100 | | 50,52 | 27,99 | 12,51 | 10,32 | 41,70 | 41,55 | 36,40 | 24,19 | 9,35 | 45,75 |
| 120 | | 51,61 | 30,53 | 12,24 | 10,38 | 41,20 | 43,34 | 37,80 | 15,84 | 9,96 | 47,77 |
| 140 | | 53,73 | 30,22 | 15,80 | 12,36 | 42,50 | 38,63 | 34,24 | 21,10 | 12,19 | 46,44 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; *= significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} = não significativo. # Dados transformados em \sqrt{x} ## Dados transformados em $\ln x$ ### Dados transformados em $\sqrt{x+1}$

5.1.11. Relação raiz/parte aérea (R/PA) e teor de água na planta (TAP)

De acordo com a análise de variância, a água de irrigação e a adubação inorgânica não afetaram significativamente de relação raiz/parte aérea (R/PA), porém, verifica-se o teor de água na planta (TAP) foi significativamente em função influenciada pela a água de irrigação no 1º ciclo (TABELA 14).

Observamos que as médias dos tipos de água irrigada com água residuária são superiores ao irrigados com água de abastecimento em relação à variável teor de água na planta (TAP) tanto para o 1º ciclo como para o 2º ciclo. As águas residuárias têm efeito fertilizante sobre a cultura do girassol, tornando-se dessa forma uma alternativa relevante na adoção de prática de fertirrigação, principalmente de culturas cujos produtos não se destinam ao consumo humano.

Tabela 14. Anova e médias da relação raiz/parte aérea (R/PA) e teor de água na planta (TAP), em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | |
|--------------------------------|----|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | | 1º Ciclo | | 2º Ciclo | |
| | | R/PA## | TAP## | R/PA# | TAP |
| Água (A) | 1 | 0.055 ^{ns} | 6.997 ^{**} | 0.0001 ^{ns} | 53,632 ^{ns} |
| Nitrogênio (N) | 4 | 0.054 ^{ns} | 1.044 ^{ns} | 0.0086 ^{ns} | 35,101 ^{ns} |
| Interação AxN | 4 | 0.020 ^{ns} | 0.777 ^{ns} | 0.0024 ^{ns} | 23,974 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 0.038 ^{ns} | 1.471 | 0,0066 | 44,701 |
| CV % | - | 17.15 | 20.03 | 7,21 | 24,14 |
| Tipo de Água | | | Média | | |
| Abastecimento | | 0,24 | 32,76b | 0,284 | 11,30 |
| Residuária | | 0,40 | 41,48a | 0,285 | 13,37 |
| Doses de Nitrogênio (%) | | | | | |
| 60 | | 0,20 | 33,90 | 0,255 | 14,75 |
| 80 | | 0,30 | 37,40 | 0,266 | 11,97 |
| 100 | | 0,50 | 43,10 | 0,246 | 11,98 |
| 120 | | 0,10 | 32,20 | 0,265 | 12,32 |
| 140 | | 0,50 | 39,00 | 0,390 | 10,64 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; **= significativo a 0,01 de probabilidade; ^{ns} = não significativo. # Dados transformados em $\sqrt{x+1}$

5.1.12. Diâmetro interno e externo do capítulo (DI e DE) e número de pétalas (NP)

No resumo da análise de variância (TABELA 15), verificou-se que não houve efeito significativo ($p < 0,05$) entre o número de pétalas (NP), diâmetro interno (DI) e diâmetro externo (DE) do capítulo do girassol, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para o 1º ciclo. Diferentemente, Biscaro *et al.* (2008) avaliando a resposta da cultura do girassol irrigado sob diferentes doses de nitrogênio, constataram que a aplicação de N até a dosagem de $44,9 \text{ kg ha}^{-1}$ resultou em aumento do diâmetro externo do capítulo.

Com relação às doses de adubação inorgânicas utilizadas, mesmo não havendo efeito significativo, observamos que a dosagem de 80% obteve um número de pétalas (NP) superior as demais com 34,08 e a dosagem com menor número de pétalas com 33,28 de pétalas foi a de 60% de adubação inorgânica recomendada por Novais *et al.* (1991). Travassos *et al.* (2011) estudando o crescimento e produção de flores de girassol irrigado com água salobra obtiveram o número de pétalas no capítulo mais elevado foi de 26,1 pétalas para o tratamento irrigado com água de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ e de 17,6 pétalas para as plantas irrigadas com água de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Conforme recomendação de Sabbagh (2008) que relata, que embora não haja uma classificação oficial quanto a padronização de diâmetro de capítulo, no mercado da floricultura de Curitiba o diâmetro do capitular deve ter em média 12 – 16 cm. Deste modo, pode-se constatar que o DE das flores de girassol, obtidos neste experimento estão acima dos padrões comerciais para o 1º ciclo. Já para Sakata Seed Corporation (2003), os valores de diâmetro do capítulo devem estar, entre 10 e 15 cm de bráctea a bráctea, valores também estão fora dos limites observados.

Para o 2º ciclo, houve efeito significativo no diâmetro interno e externo para a função da água de irrigação. Para a classificação oficial recomendado por Sabbagh (2008) e Sakata Seed Corporation (2003), o diâmetro externo irrigado com água residual ficou entre os limites observados.

Segundo Lobo & Grassi Filho (2007) o diâmetro do capítulo tem implicações diretas sobre o número potencial de aquênios, componente essencial da produtividade. Os autores citam ainda, com base em ensaio realizado com a cultura do girassol, que é possível substituir o nitrogênio proveniente de adubação mineral por N contido em lodo de esgoto, devido ao aumento do diâmetro de capítulo, obtido no experimento.

Silva *et al.* (2007) trabalhando com a cultura do girassol sob diferentes lâminas de irrigação, também 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, DE 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 (ECa).

Verifica-se, com base nos resultados da análise de variância (TABELA 15) dos dados, não haver efeito significativo da interação entre os fatores estudados para as variáveis (número de pétalas, diâmetro interno e externo) nos dois ciclos, o que indica que as doses de N comportaram de maneira, matematicamente, semelhante nas águas utilizadas na irrigação. A variação das doses de adubação inorgânica fornecida às plantas, não foram constatadas também ocorrência de efeito significativo sobre as variáveis estudadas.

Tabela 15. Anova e médias do número de pétalas (NP), diâmetro interno (DI) e diâmetro externo (DE) do capítulo do girassol, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios | | | | | | |
|--------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 1º Ciclo | | | | 2º Ciclo | | |
| | GL | NP | DI (cm) | DE (cm) | NP# | DI# (cm) | DE# (cm) |
| Água (A) | 1 | 8.820 ^{ns} | 0.845 ^{ns} | 1.549 ^{ns} | 3.100 ^{ns} | 1.590* | 2.837* |
| Nitrogênio (N) | 4 | 6.850 ^{ns} | 0.970 ^{ns} | 6.531 ^{ns} | 3.002 ^{ns} | 0.445 ^{ns} | 0.752 ^{ns} |
| Interação AxN | 4 | 7.670 ^{ns} | 1.003 ^{ns} | 2.851 ^{ns} | 1.727 ^{ns} | 0.313 ^{ns} | 0.762 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 7.290 | 1.287 | 2.874 | 2.073 | 0.324 | 0.571 |
| CV % | - | 8.01 | 11.26 | 7.91 | 24,97 | 19,34 | 18,73 |
| Tipo de Água | | | | Média | | | |
| Abastecimento | | 33,28 | 9,94 | 21,26 | 35,28 | 8,76a | 17,26a |
| Residuária | | 34,12 | 10,20 | 22,61 | 33,40 | 7,25b | 14,52b |
| Doses de Nitrogênio (%) | | | | | | | |
| 60 | | 33,28 | 9,85 | 20,90 | 38,70 | 8,84 | 17,09 |
| 80 | | 34,08 | 10,09 | 20,72 | 33,60 | 7,84 | 15,65 |
| 100 | | 33,77 | 10,10 | 21,59 | 30,30 | 7,07 | 15,57 |
| 120 | | 33,38 | 10,07 | 22,30 | 29,50 | 7,10 | 13,73 |
| 140 | | 33,98 | 10,24 | 21,66 | 39,60 | 9,17 | 17,42 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} = não significativo. # Dados transformados em $\sqrt{x+1}$.

5.1.13. Peso de aquênios (PA), números total de aquênios (NA), peso de 100 aquênios (P100A), número de aquênios viáveis (NAV) e número de aquênios não viáveis (NANV)

Na análise das variáveis, Peso de aquênios (PA), números total de aquênios (NA), peso de 100 aquênios (P100A), número de aquênios viáveis (NAV) e número de aquênios não viáveis (NANV), em função da água de irrigação e da adubação inorgânica (TABELA 16), nota-se que não houve efeito significativo para as doses de adubação inorgânica (N). Não foram observadas diferenças significativas também entre a interação tipo de água de irrigação e dose de adubação inorgânica (A x N) nas variáveis estudadas, exceto para o peso de 100 aquênios (P100A) nos ciclos estudados. Verificamos que houve efeito significativo no fator água de irrigação para as variáveis, peso de aquênios (PA) e números total de aquênios (NA) só para o 1º ciclo. Observamos ainda, que os valores médios encontrados para a água residuária foram superiores aos valores da água de abastecimento em todas as variáveis estudadas.

Lobo e Grassi Filho (2007) verificaram maior produção de sementes nos tratamentos com águas residuárias em comparação com a adubação mineral e com a testemunha sem adubação, podendo ser a água residuária utilizada alternativamente para a substituição da adubação tradicional, sem prejuízos, em termos de rendimento, quando comparado com a adubação mineral.

Tabela 16. Anova e médias do Peso de aquênios (PA), números total de aquênios (NA), peso de 100 aquênios (P100A), número de aquênios viáveis (NAV) e número de aquênios não viáveis (NANV), em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | | 1º Ciclo | | | | | 2º Ciclo | | | | |
| | | PA# | NA# | P100A | NAV# | NANV# | PA# | NA# | P100A# | NAV# | NANV# |
| Água (A) | 1 | 8,390* | 139,660* | 8,032 ^{ns} | 40,009 ^{ns} | 123,332 ^{ns} | 2,288 ^{ns} | 44,728 ^{ns} | 0,117 ^{ns} | 14,589 ^{ns} | 24,297 ^{ns} |
| Nitrogênio (N) | 4 | 0,285 ^{ns} | 1,160 ^{ns} | 0,572 ^{ns} | 18,325 ^{ns} | 19,537 ^{ns} | 1,323 ^{ns} | 19,448 ^{ns} | 0,587 ^{ns} | 24,938 ^{ns} | 42,339 ^{ns} |
| Interação AxN | 4 | 0,558 ^{ns} | 6,081 ^{ns} | 11,815* | 34,186 ^{ns} | 65168 ^{ns} | 0,078 ^{ns} | 14,205 ^{ns} | 0,174 ^{ns} | 11,260 ^{ns} | 28,663 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 0,513 | 16,364 | 3,0300 | 19,797 | 30,679 | 1,442 | 37,422 | 0,460 | 23,142 | 37,994 |
| CV % | - | 14,12 | 18,82 | 24,40 | 26,54 | 26,18 | 35,06 | 32,81 | 28,23 | 38,20 | 39,69 |
| Tipo de Água | | | | | | Média (g) | | | | | |
| Abastecimento | | 21,11b | 409,08b | 6,73 | 261,20 | 15,87 | 10,44 | 211,40 | 5,00 | 73,52 | 137,88 |
| Residuíria | | 29,63a | 546,08a | 7,53 | 340,64 | 17,66 | 13,64 | 262,00 | 5,40 | 83,76 | 178,24 |
| Doses de Nitrogênio (%) | | | | | | | | | | | |
| 60 | | 24,51 | 481,64 | 6,99 | 351,08 | 18,53 | 14,29 | 270,96 | 5,06 | 81,02 | 189,94 |
| 80 | | 25,85 | 453,02 | 7,21 | 255,39 | 15,34 | 11,84 | 198,94 | 5,14 | 88,92 | 110,02 |
| 100 | | 26,23 | 481,06 | 7,05 | 282,26 | 15,94 | 12,34 | 226,88 | 5,88 | 97,91 | 128,97 |
| 120 | | 27,75 | 505,62 | 6,98 | 327,79 | 17,36 | 12,54 | 264,64 | 5,94 | 87,62 | 177,02 |
| 140 | | 25,76 | 466,54 | 7,44 | 288,08 | 16,64 | 9,19 | 222,06 | 3,96 | 37,72 | 184,34 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} = não significativo. # Dados transformados em $\sqrt{x+1}$

Na avaliação do peso de 100 aquênios, pode-se constatar o menor valor quando o girassol foi cultivado com a dose de 60% com 5,6g irrigado com água de abastecimento. No entanto, para as plantas irrigadas com água residuária a que teve o menor valor para o peso de 100 aquênios (P100A) foi a dosagem de 80% no 1º ciclo (FIGURA 24).

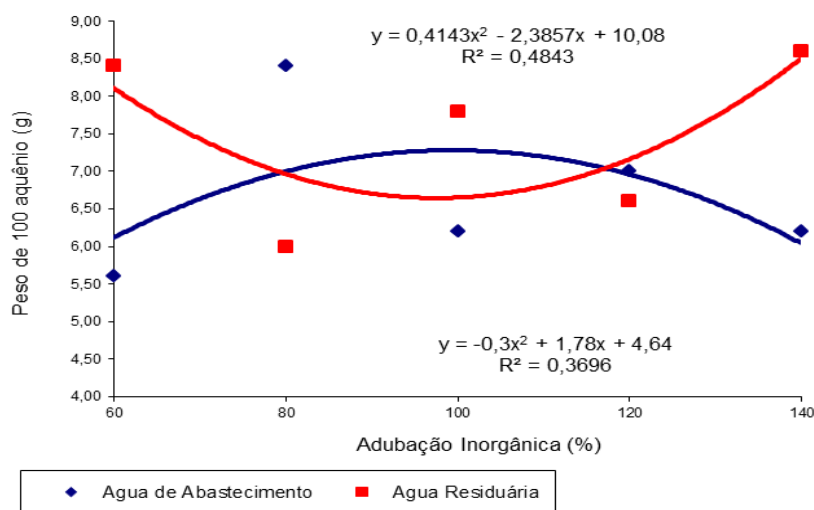


Figura 24 - Peso de 100 aquênios (P100A) em função da água de irrigação e da adubação inorgânica para o 1º ciclo.

5.1.14. Consumo de água (CAP)

Na Tabela 17 encontra-se o resumo da análise de variância para a variável consumo da água pela planta (CAP) nos dois ciclos estudados neste trabalho, sendo constatado nenhum efeito significativo para o tipo de água (A), as doses de adubação inorgânica (N) e nem para interação (AxN). Ainda em relação à Tabela 17, embora não tenha ocorrido efeito significativo no tipo de água e nem nas doses de nitrogênio para todas as variáveis, a água residuária proporcionou o melhor resultado nas variáveis avaliadas e a dose 120% foi a que teve um consumo maior com 0,60 % e 36,63% nos ciclos estudados, respectivamente, em relação à dose de 100% de nitrogênio.

Tabela 17. Anova e médias do consumo da água pela planta, em função da água de irrigação e da adubação inorgânica nos dois ciclos avaliados.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios | | |
|--------------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 1º ciclo | 2º ciclo |
| | GL | CAP | |
| Água (A) | 1 | 7482,723 ^{ns} | 5918,061 ^{ns} |
| Nitrogênio (N) | 4 | 17448,667 ^{ns} | 44184,932 ^{ns} |
| Interação AxN | 4 | 30350,222 ^{ns} | 29824,733 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 33825,389 ^{ns} | 25603,938 |
| CV % | - | 5,22 | 5,64 |
| Tipo de Água | | Médias | |
| Abastecimento | | 3508,80 | 2826,52 |
| Residuaria | | 3533,27 | 2848,28 |
| Doses de Nitrogênio (%) | | | |
| 60 | | 3463,248 | 2842,76 |
| 80 | | 3499,843 | 2763,68 |
| 100 | | 3529,319 | 2857,65 |
| 120 | | 3550,510 | 2931,38 |
| 140 | | 3462,248 | 2791,55 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo.

5.2. Adubação Orgânica

5.2.1. Percentagem de germinação (%PG), índice de velocidade de emergência (IVE)

Conforme a análise de variância houve efeito significativo do fator água de irrigação ($p < 0,05$) somente para a variável percentagem de germinação (%PG); porém, não houve efeito significativo no fator adubação orgânica e nem na interação entre a água de irrigação e adubação orgânica (TABELA 18). Observou-se que a variedade Catissol 01 irrigada com água residuária superou a que foi irrigada com água de abastecimento nas duas variáveis analisadas, sendo registrados valores de 69,50% e 1,91 sementes germinadas por dia⁻¹ para o %PG e IVE, respectivamente (TABELA 18).

Pela análise de variância para o segundo ciclo, constatou-se que não houve diferenças significativas entre as médias do índice de velocidade de emergência e percentagem de germinação das plantas do girassol em função da água de irrigação e adubação orgânica (TABELA 18). Entretanto, observa-se conforme as médias de tipo de água uma superioridade na água de abastecimento em termos de %G e IVE, de 1,43% e 1,04 sementes germinadas por dia⁻¹, respectivamente, comparados à água residuária.

Verifica-se que não houve diferença entre as águas estudadas utilizando o adubo químico nas variáveis analisadas nos dois ciclos. Já em relação à diferença entre as testemunhas com as demais doses, houve efeito significativo no segundo ciclo. E para a diferença entre os tipos de adubação, como a água das testemunhas é a mesma, porém existe a contribuição da qualidade da água residuária (matéria orgânica e nutriente), tendo a dose de 10% recomendada por Andrade (2011). Houve efeito significativo para as duas testemunhas tanto para o índice de velocidade de emergência como para a percentagem de germinação no 2º ciclo.

Tabela 18. Anova e médias do índice de velocidade de emergência (IVE) e percentagem de germinação (%PG) das plantas de girassol aos 10 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios | | | | |
|------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| | 1º Ciclo | | | 2º Ciclo | |
| | GL | %PG [#] | IVE | %PG | IVE |
| Água (A) | 1 | 2,954 [*] | 0,159 ^{ns} | 10,000 ^{ns} | 0,021 ^{ns} |
| Ad. Org (O) | 3 | 0,143 ^{ns} | 0,030 ^{ns} | 16,667 ^{ns} | 0,147 ^{ns} |
| Interação AxO | 3 | 1,677 ^{ns} | 0,021 ^{ns} | 56,667 ^{ns} | 0,016 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Tes. 2 | 1 | 640,000 ^{ns} | 0,010 ^{ns} | 250,000 ^{ns} | 5,947 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Fatorial | 1 | 111,111 ^{ns} | 1,808 ^{ns} | 1137,778 ^{**} | 22,594 ^{**} |
| Tes. 2 vc Fatorial | 1 | 537,778 ^{ns} | 1,463 ^{ns} | 3004,444 ^{**} | 64,076 ^{**} |
| Tes. 1 vc Dose 2 | 1 | 90,000 ^{ns} | 3,794 ^{ns} | 810,000 ^{**} | 9,888 ^{**} |
| Tes. 2 vc Dose 2 | 1 | 250,000 ^{ns} | 0,600 ^{ns} | 1210,000 ^{**} | 29,706 ^{**} |
| Resíduo | 28 | 0,736 | 0,118 | 48,750 | 0,070 |
| CV % | - | 10,61 | 18,58 | 7,31 | 9,53 |
| Tipo de Água | | % | Emergência dia⁻¹ | % | Emergência dia⁻¹ |
| Abastecimento | | 61,00b | 1,78 | 95,0 | 2,76 |
| Residuária | | 69,50a | 1,91 | 96,0 | 2,80 |
| Doses de Adub. Orgânica (%) | | | | | |
| 7,5 | | 67,00 | 1,83 | 97,0 | 2,96 |
| 10,0 | | 66,00 | 1,78 | 94,0 | 2,70 |
| 12,5 | | 64,00 | 1,91 | 95,0 | 2,71 |
| 15,0 | | 64,00 | 1,86 | 96,0 | 2,76 |
| Tes. 1 | | 60,00 | 1,96 | 78,00 | 2,24 |
| Tes. 2 | | 76,00 | 2,00 | 70,00 | 1,93 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 0,05 de probabilidade; ** = significativo a 0,01 de probabilidade; ^{ns} = não significativo; #Dados transformados em $\sqrt{x+1}$; Tes. 1 – Plantas irrigadas com água de abastecimento com 100% NPK; Tes. 2 – Plantas irrigadas com água residuária com 100% NPK

5.2.2. Altura de plantas (AP)

De acordo com a análise de variância, houve diferença significativa no fator de adubação orgânica para a variável AP nas épocas de avaliação do 1º ciclo da cultura, exceto nos dias 45 e 60 após o plantio. Verificou-se ainda que nas fontes de variação água (A) e a interação água x adubação orgânica (A x O) não influenciaram significativamente na altura das plantas de girassol (TABELAS 19).

Não havendo efeito significativo no fator água, as plantas de girassol (variedade Catissol 01), irrigada com água residuária obtiveram 12,33, 53,68, 117,80 e 123,10 cm de altura, sendo maior nos tratamentos que a irrigada com água de abastecimento que obteve 11,96, 51,73, 117,50 e 123,05 cm nos dias após o plantio. Esse efeito positivo sobre altura das plantas com o uso de água residuária na agricultura também foi

observado em outras espécies, em plantas de *Eucalyptus citriodora* (FREIER *et al.*, 2006), em plantas de milho (COSTA *et al.*, 2009).

Com relação às médias das águas utilizadas, podemos perceber que em todas as avaliações, as plantas irrigadas com água residuária foram superiores às plantas irrigadas com água de abastecimento, sendo semelhante com as médias encontradas por Andrade (2011) onde o mesmo, estudando a variável altura de planta (AP), em plantas de girassol ornamental sob doses de esterco e tipos de água, teve um comportamento melhor em todas as épocas avaliadas com água residuária. Observamos também que mesmo sendo semelhantes neste comportamento os resultados encontrados neste trabalho foram superiores aos encontrados por Andrade (2011).

Na análise de variância da altura das plantas do girassol no segundo ciclo, observa-se que houve efeito significativo do fator água de irrigação (A) aos 15 DAP e nos demais dias de avaliação não houve significância. Para o fator de adubação orgânica (O) houve efeitos significativos nos 15 e 60 dias de avaliação e para a interação tipos de água e doses de adubação orgânica (A x O) em nenhum dos períodos de avaliação, houve diferenças significativas (TABELA 19).

Para as médias encontradas dos tipos de águas, houve a superioridade da água de abastecimento em comparação a água residuária. Augusto *et al.* (2003), trabalhando com produção de mudas de capixingui e copaíba, observaram também, que a variável altura da planta (AP) obteve efeitos significativos superiores em tratamento de fertirrigação utilizando água de abastecimento com adição de fertilizantes minerais, o que chamaram de tratamento convencional, quando comparado ao tratamento de fertirrigação com água residuária de esgoto doméstico tratado.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Brito *et al.* (2012), que estudando mudas de girassol ornamental em diferentes substratos sob irrigação com água residuária não obtiveram efeito significativo provocado pelo fator tipo de água em nenhuma das datas de avaliação, com exceção dos 15 dias após o plantio (DAP).

Observando os contrastes realizados verificou-se que houve efeito significativo em todos os contrastes analisados nos 15 dias após o plantio para o primeiro ciclo. No segundo ciclo houve efeito significativo para os dias 45 e 60 dias após o plantio para a diferença entre testemunha de água residuária e dose recomendada por Andrade (2011).

Tabela 19. Anova e médias da Altura das plantas de girassol aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | | | | |
|------------------------------------|----|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | Altura da Planta (cm), DAP | | | | | | | |
| | | 1º Ciclo | | | | 2º Ciclo | | | |
| | 15 | 30 | 45 | 60 | 15 | 30 | 45# | 60# | |
| Água (A) | 1 | 1,369 ^{ns} | 38,025 ^{ns} | 0,900 ^{ns} | 532,900 ^{ns} | 22,650 [*] | 21,756 ^{ns} | 0,582 ^{ns} | 0,008 ^{ns} |
| Ad. Org (O) | 3 | 31,875 [*] | 628,850 [*] | 126,700 ^{ns} | 252,333 ^{ns} | 28,89 [*] | 344,545 ^{ns} | 7,804 ^{ns} | 7,783 [*] |
| Interação AxO | 3 | 4,767 ^{ns} | 94,242 ^{ns} | 280,167 ^{ns} | 295,367 ^{ns} | 2,960 ^{ns} | 106,287 ^{ns} | 1,407 ^{ns} | 1,239 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Tes. 2 | 1 | 34,225 ^{**} | 260,100 ^{ns} | 202,500 ^{ns} | 48,400 ^{ns} | 0,004 ^{ns} | 25,921 ^{ns} | 378,225 ^{ns} | 9,409 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Fatorial | 1 | 28,112 ^{**} | 0,711 ^{ns} | 666,944 ^{ns} | 413,878 ^{ns} | 3,192 ^{ns} | 14,480 ^{ns} | 1052,676 ^{ns} | 2392,178 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Fatorial | 1 | 171,672 ^{**} | 426,844 ^{ns} | 46,944 ^{ns} | 122,500 ^{ns} | 2,900 ^{ns} | 8,899 ^{ns} | 3407,716 ^{ns} | 2008,834 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Dose 2 | 1 | 28,561 ^{**} | 84,100 ^{ns} | 19,600 ^{ns} | 44,100 ^{ns} | 6,084 ^{ns} | 95,790 ^{ns} | 3265,249 ^{ns} | 4268,356 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Dose 2 | 1 | 124,609 ^{**} | 469,225 ^{ns} | 160,000 ^{ns} | 313,600 ^{ns} | 6,561 ^{ns} | 56,644 ^{ns} | 10310,521 ^{**} | 10284,849 ^{**} |
| Resíduo | 28 | 6,146 | 140,488 | 175,987 | 127,956 | 3,252 | 91,196 | 2,829 | 2,397 |
| CV % | - | 20,41 | 22,49 | 11,28 | 9,23 | 11,72 | 17,14 | 15,18 | 13,57 |
| Tipo de Água | | Média (cm) | | | | | | | |
| Abastecimento | | 11,96 | 51,73 | 117,50 | 123,05 | 15,76a | 56,47 | 126,70 | 131,30 |
| Residuária | | 12,33 | 53,68 | 117,80 | 123,10 | 14,26b | 54,99 | 122,70 | 132,10 |
| Doses de Adub. Orgânica (%) | | | | | | | | | |
| 7,5 | | 12,01ab | 48,20ab | 116,80 | 124,60 | 12,46b | 47,74 | 118,90 | 121,60b |
| 10,0 | | 11,29ab | 47,65ab | 115,30 | 119,70 | 15,77a | 61,01 | 153,30 | 162,20ab |
| 12,5 | | 10,60b | 50,50b | 115,60 | 120,90 | 15,95a | 55,08 | 121,00 | 130,30ab |
| 15,0 | | 14,68a | 64,45a | 122,90 | 112,60 | 15,85a | 59,08 | 105,60 | 112,70a |
| Tes. 1 | | 14,66 | 52,30 | 105,4 | 109,8 | 14,16 | 53,92 | 109,20 | 108,4 |
| Tes. 2 | | 18,36 | 62,50 | 114,4 | 114,2 | 14,20 | 57,14 | 97,20 | 110,4 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; *= significativo a 0,05 de probabilidade; **= significativo a 0,01 de probabilidade; ^{ns} = não significativo; # Dados transformados em $\sqrt{x + 1}$; Tes. 1 – Plantas irrigadas com água de abastecimento com 100% NPK; Tes. 2 – Plantas irrigadas com água residuária com 100% NPK

A evolução da altura de plantas de girassol sobre diferentes doses de adubação orgânica irrigado com água de abastecimento no 1º ciclo está apresentada na Figura 25. Observa-se que, aproximadamente aos 30 DAP, todas as doses de adubação orgânica estavam praticamente iguais, sendo que a dosagem de 10% as plantas apresentaram um melhor crescimento em altura neste período, em relação às outras doses. Porém, aos 45 DAP, as plantas referentes a dosagem de 12,5% de adubação orgânica foram superiores as outras dosagens, ficando acima da dosagem recomenda por Andrade (2011).

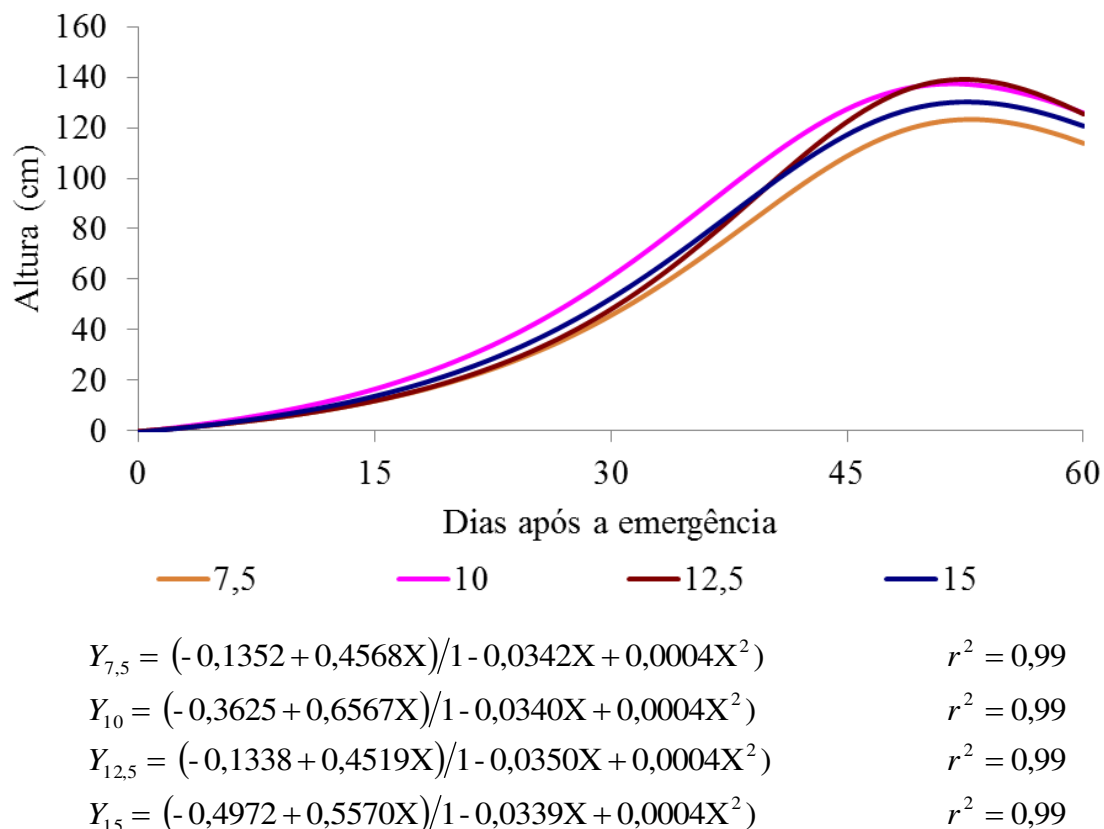


Figura 25 - Evolução da altura da planta ao longo do ciclo do girassol irrigado com água de abastecimento para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio. 1º ciclo.

A Figura 26 vem demonstrando que a evolução da altura de planta para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica irrigado com água residuária em função dos dias após o plantio, podendo-se notar, pelo modelo matemático, que nas dosagens de adubação orgânica até 30 DAP tiveram um aumento semelhante, exceto a dosagem de 12,5% que teve um comportamento diferente das demais dosagens. Após os 30 DAP as dosagens de 10 e 12,5% tiveram um aumento alcançando uma altura máxima de 125,60 e 123,80 cm, respectivamente.

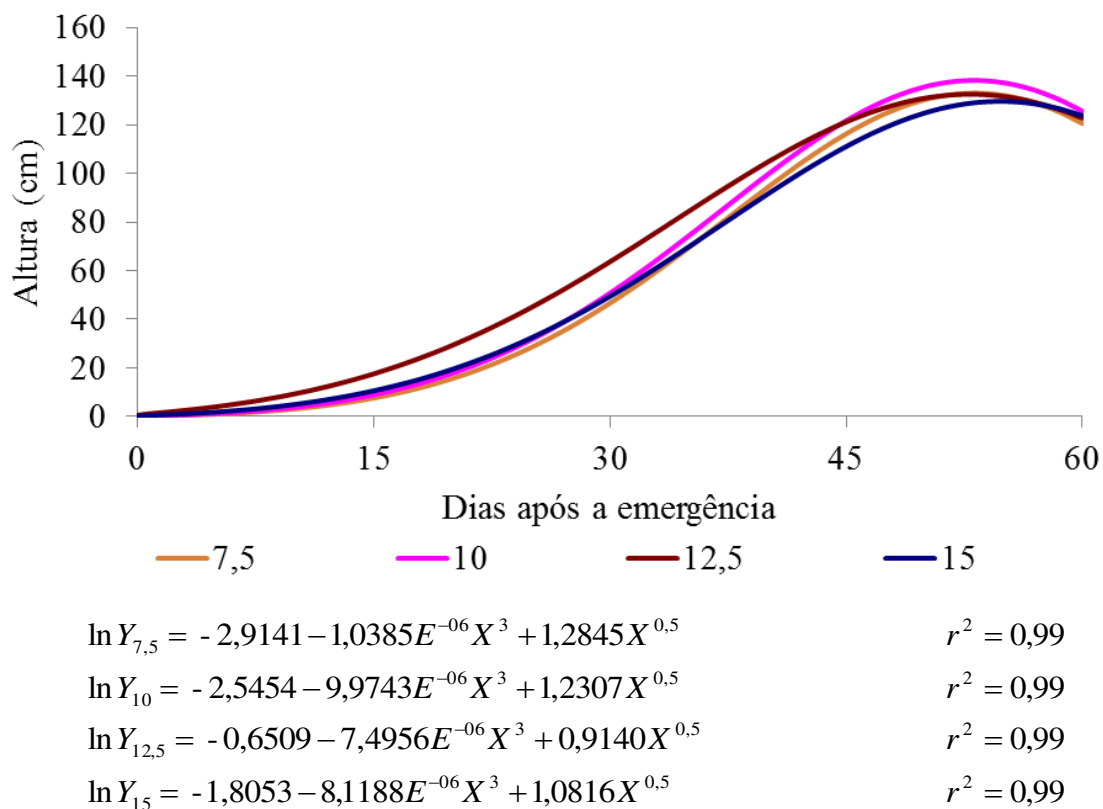
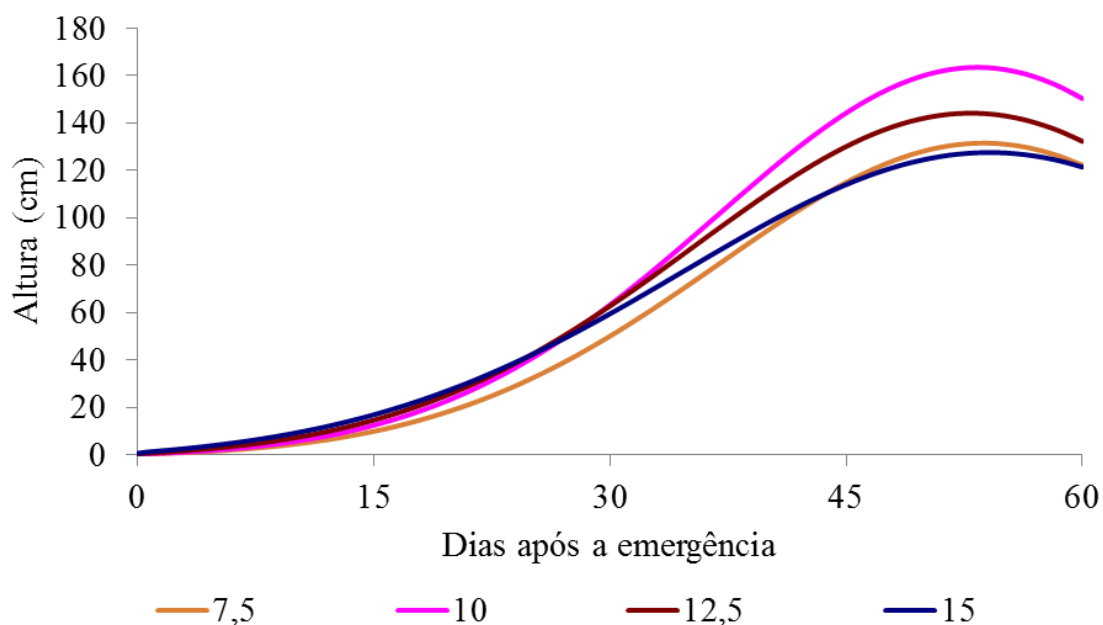


Figura 26 - Evolução da altura da planta ao longo do ciclo do girassol irrigado com água residuária para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo.

A evolução da altura de plantas de girassol sob diferentes doses de adubação orgânica irrigada com água de abastecimento está apresentado na Figura 27. Observa-se que, aproximadamente até aos 15 DAP, não houve diferença entre os tratamentos, sendo que na dosagem de 15%, as plantas apresentaram um melhor crescimento, em relação às outras dosagens, durante o período até aos 15 DAP praticamente. Porém, aos 16 DAP, a dosagem de 10% de adubação orgânica teve uma evolução e, só a partir deste ponto, que as plantas referentes a essa dosagem cresceram mais que as demais, seguida da dosagem de 12,5%.



$$\ln Y_{7,5} = -2,12909 - 9,0000E^{-06} X^3 + 1,1474X^{0,5} \quad r^2 = 0,99$$

$$\ln Y_{10} = -1,9167 - 9,2000E^{-06} X^3 + 1,1524X^{0,5} \quad r^2 = 0,99$$

$$\ln Y_{12,5} = -1,2978 - 8,5000E^{-06} X^3 + 1,0341X^{0,5} \quad r^2 = 0,99$$

$$\ln Y_{15} = -0,5909 - 6,9000E^{-06} X^3 + 0,8875X^{0,5} \quad r^2 = 0,99$$

Figura 27 - Evolução da altura da planta ao longo do ciclo do girassol irrigado com água de abastecimento para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo.

A evolução da altura de plantas de girassol sob diferentes doses de adubação orgânica irrigado com água residuária está apresentado na Figura 28. Observa-se que, aproximadamente até aos 15 DAP, não houve diferença entre os tratamentos, sendo que na dosagem de 10%, as plantas apresentaram um melhor crescimento, em relação às outras dosagens, seguido pela dosagem de 12,5%. Pode-se constatar ainda, que a dosagem de 15% obteve um declínio em relação às outras dosagens.

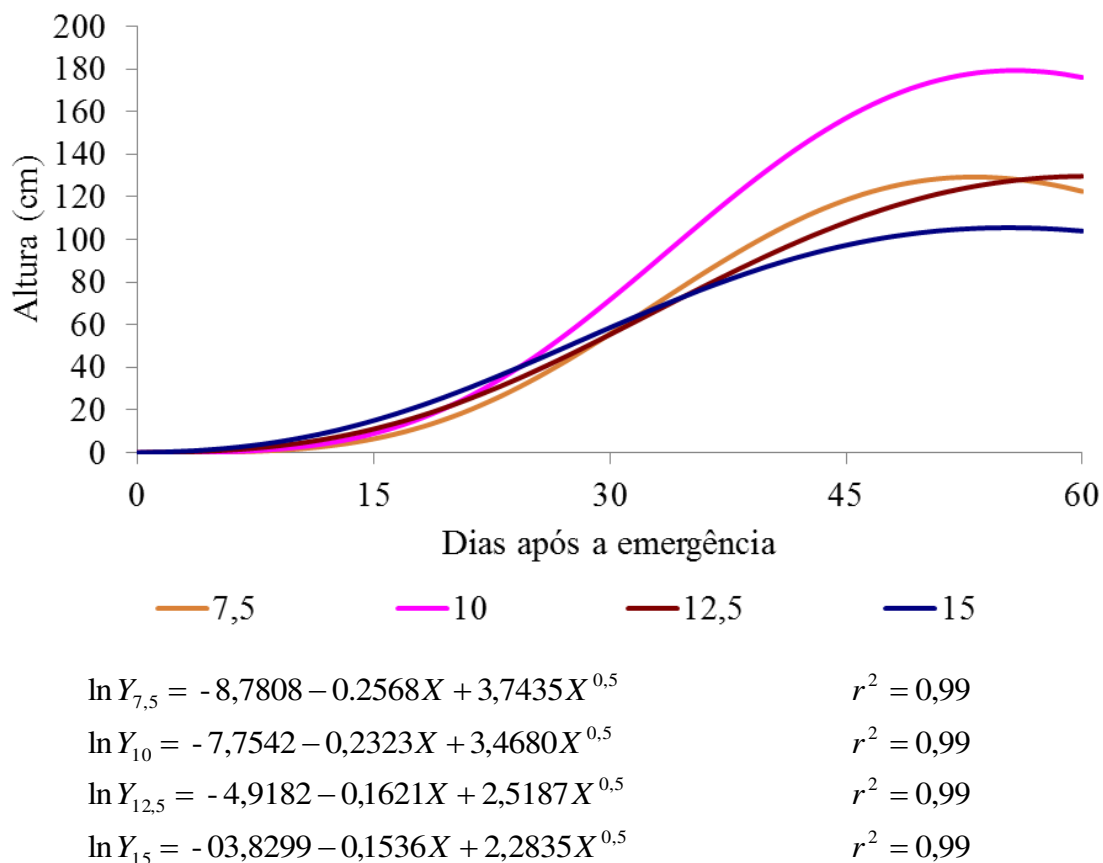


Figura 28 - Evolução da altura da planta ao longo do ciclo do girassol irrigado com água residuária para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo.

Podemos dizer que a utilização do adubo orgânico em relação à aplicação de fertilizantes químicos neste período foi significativa, pois, tem como principal característica a liberação gradual dos nutrientes, à medida que são demandados para o crescimento da planta.

5.2.3. Taxa de crescimento absoluto da altura de planta (TCAAP)

De acordo com o resumo da análise de variância da taxa de crescimento absoluto da altura (TCAAP) para os períodos de 15 – 30, 31 – 45 e 46 – 60 dias após o plantio no primeiro ciclo, em função dos tipos de água e dosagens de adubação orgânica, constatou-se, que o efeito do tipo de água não foi significativo em nenhum período em análise e que não dependeu dos tratamentos das dosagens utilizadas, pois, não houve

efeito significativo para a interação (A x O), indicando, que os tipos de água utilizados apresentaram um comportamento semelhante nas diferentes doses de adubação orgânica.

De acordo com os estudos para as médias das águas de irrigação, verifica-se não ter havido efeito significativo sobre a TCAAP, mas observando as médias nos períodos estudados a água residuária teve um acréscimo de 2,42% por incremento unitário nos períodos de 15 – 30 DAP, também um acréscimo de 1,44% por incremento unitário no período de 31 – 45 DAP e outro acréscimo de 0,86 % por incremento no período 46 – 60 DAP.

De acordo com a análise de variância, houve efeito significativo apenas para o fator adubação orgânica para o período 31 – 45DAP da taxa de crescimento absoluto da altura (TCAAP) no segundo ciclo (TABELA 20). Verificou ainda que não houve efeito significativo para o fator de água e nem para a interação água e dosagens de adubação orgânica nos períodos avaliados. Reparamos que as médias das plantas irrigadas com água de abastecimento foram superiores as plantas irrigadas com água residuária com 1,84, 3,32 e 7,44%, nos períodos de 15 – 30, 31 – 45 e 46 – 60 dias após o plantio, respectivamente. Segundo Reis e Muller (1979), a taxa de crescimento absoluto é a variação ou incremento entre duas amostras ao longo de um determinado período de tempo. É uma medida que pode ser usada para se ter ideia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação.

Observando os contrastes realizados verificou-se que não houve efeito significativo em todos os contrastes analisados nos períodos avaliados para o primeiro e segundo ciclo, exceto para o período 31-45DAP que teve efeito significativo para a diferença entre testemunha de água residuária com os demais tratamentos e diferença entre testemunha de água residuária com a dose recomendada por Andrade (2011).

Tabela 20. Anova e médias da taxa de crescimento absoluto da altura de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios - DAP | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | GL | 1º Ciclo | | | 2º Ciclo | | |
| | | 15-30# | 31-45# | 46-60## | 15-30 | 31-45# | 46-60## |
| Água (A) | 1 | 0,012 ^{ns} | 0,008 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,030 ^{ns} | 0,051 ^{ns} | 0,090 ^{ns} |
| Ad. Org (O) | 3 | 0,154 ^{ns} | 0,070 ^{ns} | 0,019 ^{ns} | 1,185 ^{ns} | 0,898 ^{**} | 0,043 ^{ns} |
| Interação AxO | 3 | 0,030 ^{ns} | 0,101 ^{ns} | 0,047 ^{ns} | 0,328 ^{ns} | 0,105 ^{ns} | 0,130 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Tes. 2 | 1 | 0,469 ^{ns} | 0,016 ^{ns} | 0,235 ^{ns} | 0,108 ^{ns} | 2,676 ^{ns} | 2,250 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Fatorial | 1 | 0,168 ^{ns} | 2,774 ^{ns} | 0,021 ^{ns} | 0,005 ^{ns} | 3,645 ^{ns} | 1,205 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Fatorial | 1 | 0,254 ^{ns} | 3,364 ^{ns} | 0,625 ^{ns} | 0,135 ^{ns} | 16,733 ^{**} | 0,814 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Dose 2 | 1 | 0,065 ^{ns} | 0,822 ^{ns} | 0,022 ^{ns} | 0,236 ^{ns} | 9,967 ^{ns} | 0,298 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Dose 2 | 1 | 0,049 ^{ns} | 5,232 ^{ns} | 0,114 ^{ns} | 0,112 ^{ns} | 39,283 [*] | 0,000 ^{ns} |
| Resíduo | 28 | 0,041 | 0,067 | 0,034 | 0,294 | 0,251 | 0,125 |
| CV % | - | 12,44 | 12,52 | 16,02 | 20,17 | 24,08 | 30,38 |
| Tipo de Água | | | | Média (cm dia⁻¹) | | | |
| Abastecimento | | 2,75 | 4,26 | 0,37 | 2,71 | 4,68 | 0,30 |
| Residuária | | 2,65 | 4,40 | 0,36 | 2,66 | 4,51 | 0,63 |
| Doses de Adub. Orgânica (%) | | | | | | | |
| 7,5 | | 2,41 | 4,58 | 0,52 | 2,24 | 4,75ab | 0,18 |
| 10,0 | | 2,42 | 4,51 | 0,29 | 3,02 | 6,15a | 0,59 |
| 12,5 | | 2,66 | 4,34 | 0,35 | 2,61 | 4,39ab | 0,61 |
| 15,0 | | 3,32 | 3,90 | 0,28 | 2,88 | 3,10b | 0,48 |
| Tes. 1 | | 2,51 | 3,54 | 0,29 | 2,65 | 3,69 | 0,10 |
| Tes. 2 | | 2,94 | 3,46 | 0,10 | 2,86 | 2,66 | 0,90 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo; * = significativo a 0,05 de probabilidade; ** = significativo a 0,01 de probabilidade; # Dados transformados em \sqrt{x} ; ## Dados transformados em $\sqrt{x+1}$; Tes. 1 – Plantas irrigadas com água de abastecimento com 100% NPK; Tes. 2 – Plantas irrigadas com água residuária com 100% NPK

Com relação à taxa de crescimento absoluto da altura da planta (TCAAP) no período de 31 a 45 DAP constatou-se que o menor valor observado na variável foi de 3,65 cm dia⁻¹ para a dosagem de 15% ficando acima da testemunha que obteve 2,65 cm dia⁻¹. Com relação, às plantas irrigadas com água residuária, a dosagem de 15% de adubação orgânica alcançou 2,54 cm dia⁻¹, enquanto a testemunha teve 2,86 cm dia⁻¹, ficando abaixo da testemunha. Observa-se ainda que na taxa de crescimento irrigadas com as duas águas, a dosagem que conquistou um valor superior às demais foi à dosagem de adubação de 10%, com 5,68 e 6,62 cm dia⁻¹, respectivamente.

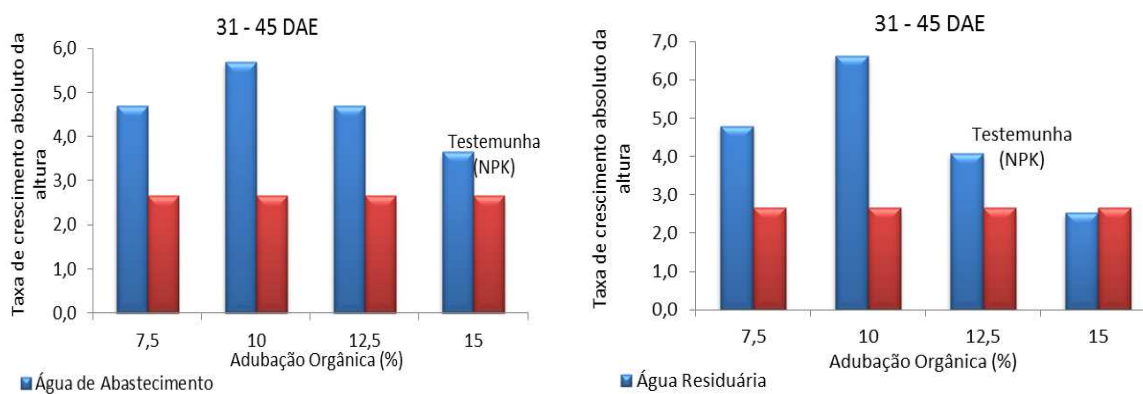


Figura 29 - Taxa de crescimento absoluto no período de 31 a 45 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para o 2º ciclo.

5.2.4. Taxa de crescimento relativo da altura (TCRAP)

Igualmente a TCAAP, a taxa de crescimento relativo da altura (TCRAP) (Tabela 21), não sofreu os efeitos significativos na água de irrigação (A) nos períodos de avaliação para o 1º ciclo. Nos fatores da adubação orgânica (O) também não tiveram efeito significativo.

Para nenhum período avaliado, houve interação entre os fatores, tipo de água e doses de adubação orgânica (A x O), que se apresentasse de forma significativa, indicando que as doses de adubação orgânica tiveram comportamento semelhante nos dois tipos de água.

De acordo com os estudos para as médias das águas de irrigação, verifica-se não ter havido efeito significativo sobre a TCRAP, mas observando as médias nos períodos estudados a água residuíria teve sempre um pouco de acréscimo da água de abastecimento, com 1,02, 2,97 e 0,14% por incremento unitário nos períodos de 15 – 30, 31 – 45 DAP e 46 – 60 DAP, respectivamente.

Verifica-se, na Tabela 21, para a taxa de crescimento relativo da altura nos períodos avaliados em função da água de irrigação e da adubação orgânica para o segundo ciclo, que não houve efeito significativo para a água de irrigação (A) nos períodos estudados, como também na interação entre a água de irrigação e a adubação orgânica (A x O) não houve efeito significativo. Para a adubação orgânica (O) houve efeito significativo só para a segunda avaliação (31-45 DAP), não havendo significância

para as demais avaliações, o que indica independência dos fatores estudados. Observa-se que as plantas de girassóis irrigadas com água residuária que tiveram médias um pouco maiores do que as plantas irrigadas com água de abastecimento.

Tabela 21. Anova e médias da taxa de crescimento relativo da altura de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios - DAP | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | GL | 1º Ciclo | | | 2º Ciclo | | |
| | | 15-30 | 31-45# | 46-60## | 15-30 | 31-45# | 46-60## |
| Água (A) | 1 | 0,000023 ^{ns} | 0,000426 ^{ns} | 0,000005 ^{ns} | 0,000027 ^{ns} | 0,000124 ^{ns} | 0,000030 ^{ns} |
| Ad. Org (O) | 3 | 0,000316 ^{ns} | 0,002037 ^{ns} | 0,000015 ^{ns} | 0,000227 ^{ns} | 0,005479 [*] | 0,000024 ^{ns} |
| Interação AxO | 3 | 0,000149 ^{ns} | 0,001063 ^{ns} | 0,000028 ^{ns} | 0,000080 ^{ns} | 0,000575 ^{ns} | 0,000053 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Tes. 2 | 1 | 0,000035 ^{ns} | 0,000090 ^{ns} | 0,000019 ^{ns} | 0,000016 ^{ns} | 0,000332 ^{ns} | 0,000215 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Fatorial | 1 | 0,000745 ^{ns} | 0,000296 ^{ns} | 0,000001 ^{ns} | 0,000101 ^{ns} | 0,000097 ^{ns} | 0,000094 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Fatorial | 1 | 0,001234 ^{ns} | 0,000893 ^{ns} | 0,000043 ^{ns} | 0,000235 ^{ns} | 0,001165 ^{**} | 0,000097 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Dose 2 | 1 | 0,000217 ^{ns} | 0,000270 ^{ns} | 0,000002 ^{ns} | 0,000001 ^{ns} | 0,000270 ^{ns} | 0,000014 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Dose 2 | 1 | 0,000630 ^{ns} | 0,001124 ^{ns} | 0,000006 ^{ns} | 0,000008 ^{ns} | 0,001784 ^{**} | 0,000054 ^{ns} |
| Resíduo | 28 | 0,000109 | 0,001031 | 0,000014 | 0,000096 | 0,000995 | 0,000046 |
| CV % | - | 10,67 | 13,79 | 0,52 | 11,54 | 14,07 | 0,95 |
| Tipo de Água | | | | Média (cm cm dia⁻¹) | | | |
| Abastecimento | | 0,097 | 0,054 | 0,003 | 0,085 | 0,051 | 0,002 |
| Residuária | | 0,098 | 0,057 | 0,002 | 0,085 | 0,052 | 0,005 |
| Doses de Adub. Orgânica (%) | | | | | | | |
| 7,5 | | 0,092 | 0,060 | 0,005 | 0,080 | 0,060a | 0,001 |
| 10,0 | | 0,095 | 0,059 | 0,002 | 0,090 | 0,059a | 0,003 |
| 12,5 | | 0,105 | 0,055 | 0,002 | 0,082 | 0,048ab | 0,006 |
| 15,0 | | 0,099 | 0,047 | 0,001 | 0,088 | 0,039b | 0,005 |
| Tes. 1 | | 0,082 | 0,048 | 0,002 | 0,090 | 0,048 | 0,001 |
| Tes. 2 | | 0,082 | 0,048 | 0,001 | 0,094 | 0,036 | 0,010 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo; * = significativo a 0,05 de probabilidade; ** = significativo a 0,01 de probabilidade; # Dados transformados em \sqrt{x} ; ## Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$; Tes. 1 – Plantas irrigadas com água de abastecimento com 100% NPK; Tes. 2 – Plantas irrigadas com água residuária com 100% NPK

No período de 31-45 DAP onde houve efeito decrescente na interação das águas com adubação orgânica, onde foi verificada redução por aumento unitário da irrigação, ou seja, as plantas irrigadas com água de irrigação com 15% de adubação orgânica tiveram sua TCRAP reduzida em 26,67% (0,016 cm cm dia⁻¹) em relação às dosagens de adubação com 7,5% para a irrigação com água de abastecimento (FIGURA 30). Para as plantas irrigadas com água residuária, observou-se também um decréscimo de 43,33% (0,026 cm cm dia⁻¹) em relação às dosagens de adubação entre 15 e 7,5%. Em relação a testemunha (100% de NPK), para as plantas irrigadas com água de abastecimento ficaram abaixo do valor foram as dosagens de 12,5 e 15%. Para as

plantas irrigadas com água residuária a que ficou com valor abaixo da testemunha foi a dosagem de 15% de adubação orgânica (FIGURA 47).

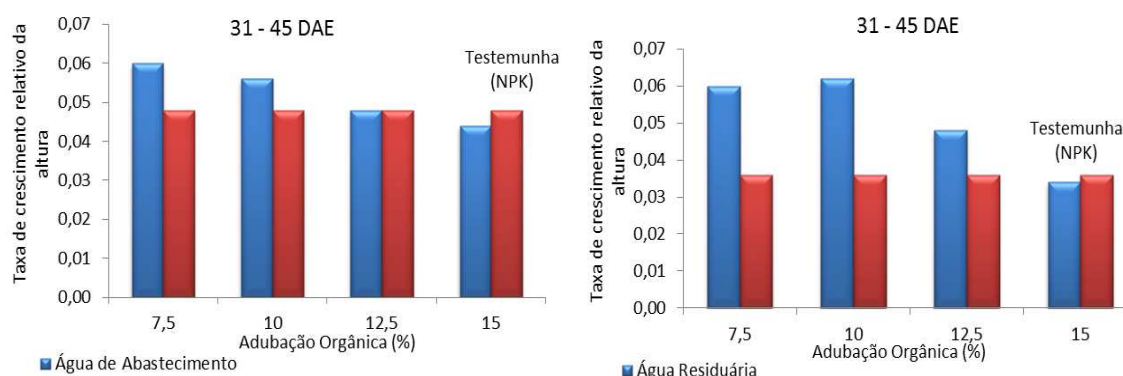


Figura 30 – Taxa de crescimento relativo da altura de girassol no período entre 31 - 45 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica no 2º ciclo.

5.2.5. Diâmetro caulinar (DC)

De acordo com análise de variância para a variável, houve efeito significativo quando foi avaliada o diâmetro caulinar de plantas de girassol sob adubação orgânica para fator tipo de água (A) apenas aos 15 DAP (TABELA 22). Para o fator de variação de adubação orgânica (O) houve efeito significativo nos períodos analisados, exceto no período 30 DAP.

Observou-se, que não haver efeito significativo na interação entre os fatores estudados (água de irrigação e doses de adubação orgânica) para nenhum período analisado, indicando que as doses de adubação orgânica se comportaram de maneira semelhante (TABELA 22). Nobre *et al.* (2010) estudando o crescimento e a floração do girassol variedade EMBRAPA 122/V- 2000 sob estresse salino e adubação nitrogenada, também não verificaram interação entre os fatores estudados. Também para os autores Oliveira *et al.* (2006) analisando os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e teores de esterco bovino no crescimento inicial da mamoneira observaram não haver interação entre os fatores.

Verificou-se que a irrigação com água de abastecimento proporcionou um acréscimo nos valores médios de diâmetro caulinar (DC) em relação à irrigação com água residuária em todas as épocas de avaliação, exceto nos 15 DAP. Esses dados contrariou, os pesquisadores Galbiatti *et al.* (2007), que estudando o efeito da água residuária sobre a cultura da alface, encontraram uma superioridade no DC de 10,7% sobre as plantas irrigadas com água de abastecimento. E também contrário o de Costa *et al.* (2009), que verificaram que o diâmetro caulinar do milho, para todas as épocas de avaliação, foi sempre maior para as plantas que receberam água residuária quando comparada com a água de abastecimento.

Conforme resumo das análises de variância para o segundo ciclo, não houve efeito significativo no fator tipo de água e na interação entre os níveis de adubação orgânica e os tipos de água (TABELA 22). As dosagens de adubação orgânica afetaram significativamente o diâmetro caulinar de plantas de girassol nas épocas de avaliação, exceto nos 15 DAP.

Os resultados encontrados neste trabalho, foram contrários aos dos autores Augusto *et al.* (2003), que trabalhando com mudas florestais de copaíba irrigadas com água de abastecimento com adição de fertilizantes minerais e água residuária de esgoto, observaram uma ausência de efeito significativo para a variável diâmetro caulinar, porém com tendências de plantas de diâmetros superiores no tratamento de água residuária. Pesquisadores como Cavalcanti *et al.* (2004), também não observaram efeitos significativos quando utilizaram aumento da CE da água de irrigação da cultura da mamona durante sua fase de crescimento, porém. Oliveira *et al.* (2006) não observaram nenhuma interação nos componentes de crescimento da mamoneira, outra oleaginosa.

Verifica-se que não houve diferença entre as águas estudadas utilizando o adubo químico nas variáveis analisadas nos dois ciclos. Já em relação à diferença entre as testemunhas com as demais doses, houve efeito significativo no primeiro ciclo nos 15DAP e 30DAP no segundo ciclo. E para a diferença entre os tipos de adubação, como a água das testemunhas é a mesma, porém existe a contribuição da qualidade da água residuária (matéria orgânica e nutriente), tendo a dose de 10% recomendada por Andrade (2011), houve efeito significativo para as duas testemunhas para 15DAP do primeiro ciclo e 30DAP no segundo ciclo.

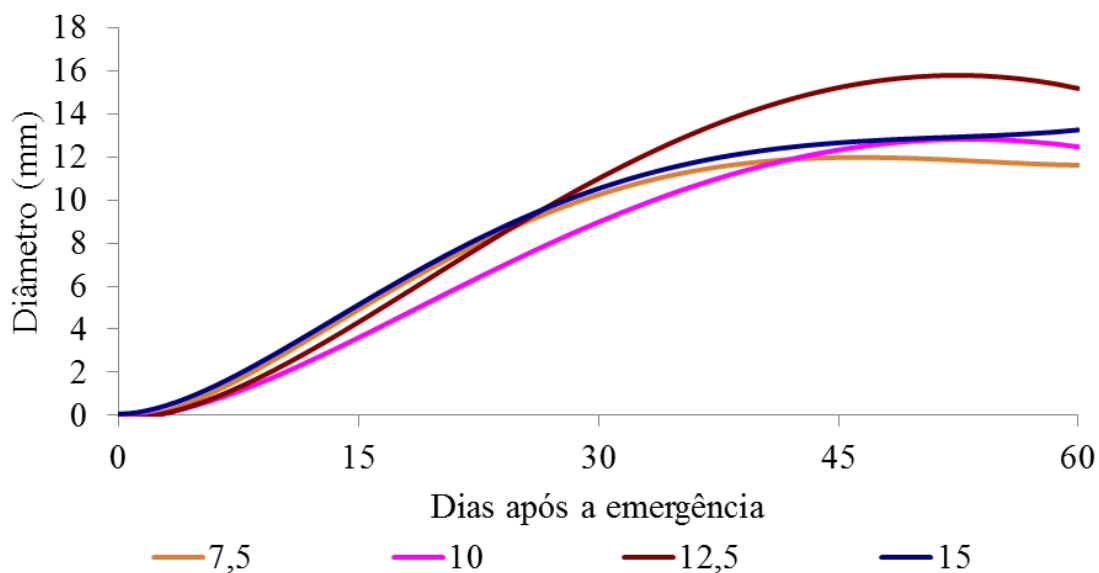
Tabela 22. Anova e médias do diâmetro caulinar de plantas de girassol aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | | | | |
|------------------------------------|----|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | | Diâmetro caulinar (mm), DAP | | | | | | | |
| | | 1º Ciclo | | | | 2º Ciclo | | | |
| | 15 | 30 | 45 | 60 | 15 | 30 | 45 | 60 | |
| Água (A) | 1 | 3,988* | 1,433 ^{ns} | 0,718 ^{ns} | 0,041 ^{ns} | 0,013 ^{ns} | 0,044 ^{ns} | 2,025 ^{ns} | 4,225 ^{ns} |
| Ad. Org (O) | 3 | 5,843* | 1,368 ^{ns} | 8,772* | 12,609* | 1,116 ^{ns} | 8,415* | 35,625* | 45,558* |
| Interação AxO | 3 | 0,162 ^{ns} | 4,398 ^{ns} | 5,124 ^{ns} | 3,368 ^{ns} | 0,400 ^{ns} | 0,361 ^{ns} | 14,958 ^{ns} | 15,758 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Tes. 2 | 1 | 0,986 ^{ns} | 0,372 ^{ns} | 1,260 ^{ns} | 1,513 ^{ns} | 0,344 ^{ns} | 3,969 ^{ns} | 1,082 ^{ns} | 1,354 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Fatorial | 1 | 8,578** | 0,856 ^{ns} | 5,432 ^{ns} | 8,575 ^{ns} | 1,386 ^{ns} | 63,445** | 17,898 ^{ns} | 19,214 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Fatorial | 1 | 18,086** | 0,012 ^{ns} | 0,695 ^{ns} | 1,659 ^{ns} | 3,838 ^{ns} | 28,185** | 31,560** | 35,225 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Dose 2 | 1 | 9,821** | 5,141 ^{ns} | 0,650 ^{ns} | 1,459 ^{ns} | 0,379 ^{ns} | 28,664** | 2,421 ^{ns} | 1,875 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Dose 2 | 1 | 21,815** | 0,117 ^{ns} | 3,794 ^{ns} | 4,529 ^{ns} | 0,882 ^{ns} | 10,650** | 10,506 ^{ns} | 14,738 ^{ns} |
| Resíduo | 28 | 0,605 | 2,429 | 2,624 | 2,687 | 0,505 | 1,014 | 7,162 | 8,038 |
| CV % | - | 19,71 | 15,24 | 12,68 | 12,49 | 15,77 | 9,48 | 19,43 | 19,38 |
| Tipo de Água | | Média (mm) | | | | | | | |
| Abastecimento | | 4,26a | 10,42 | 12,91 | 13,15 | 4,52 | 10,59 | 14,00 | 14,95 |
| Residuária | | 3,63b | 10,04 | 12,64 | 13,09 | 4,49 | 10,65 | 13,55 | 14,30 |
| Doses de Adub. Orgânica (%) | | | | | | | | | |
| 7,5 | | 4,23ab | 9,97 | 11,69b | 11,78b | 4,02 | 9,25b | 11,00b | 11,50b |
| 10,0 | | 3,18b | 9,86 | 12,90b | 13,18ab | 4,76 | 11,04a | 14,60a | 15,50a |
| 12,5 | | 3,49b | 10,65 | 13,95a | 14,52a | 4,55 | 11,20a | 15,20a | 16,30a |
| 15,0 | | 4,88a | 10,42 | 12,57ab | 13,00ab | 4,69 | 10,98a | 14,30a | 15,20a |
| Tes. 1 | | 5,34 | 10,67 | 11,67 | 10,31 | 5,06 | 14,40 | 15,60 | 16,60 |
| Tes. 2 | | 5,96 | 10,28 | 12,38 | 10,43 | 5,43 | 13,14 | 16,40 | 17,20 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; *= significativo a 0,05 de probabilidade; **= significativo a 0,01 de probabilidade; ^{ns} = não significativo. Tes. 1 – Plantas irrigadas com água de abastecimento com 100% NPK; Tes. 2 – Plantas irrigadas com água residuária com 100% NPK

Os valores médios do DC obtidos neste experimento foram maiores do que os registrados por Travassos *et al.* (2012) que estudando o crescimento e desenvolvimento de variedades de girassol irrigado com água salina obtiveram 4,07 , 7,03 e 10,33 mm nas épocas de 20, 30 e 50 DAP. Onde se pode constatar a influência negativa da salinidade da água de irrigação sobre o decréscimo relativo do diâmetro do caule.

Observam-se na Figura 31 o diâmetro de planta irrigado com água de abastecimento em função dos dias avaliados, podendo-se notar, pelo modelo matemático, que entre doses de adubação orgânica estudadas, o melhor desempenho com diâmetro máximo foi alcançada pela dosagem 12,5% aos 60 DAP com 15,17 mm, seguido pelas dosagens de 10 e 15% com 12,46 e 13,25 mm, respectivamente.



$$Y_{7,5} = -0,1914 + 0,0674X^2 - 0,0148X^{2,5} + 0,0008X^3 \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{10} = -0,11474 + 0,0384X^2 - 0,0068X^{2,5} + 0,0003X^3 \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{12,5} = -0,1844 + 0,0450X^2 - 0,0076X^{2,5} + 0,0003X^3 \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{15} = 0,0734 + 0,0669X^2 - 0,0147X^{2,5} + 0,0008X^3 \quad r^2 = 0,99$$

Figura 31 - Evolução do Diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol com água de abastecimento para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo.

Pode-se observar, na Figura 32, houve um crescimento acentuado no diâmetro da planta para todas as dosagens de adubação orgânica estudados, sendo registrado aos 30 DAP, segundo o modelo matemático, para o diâmetro em todas as dosagens de adubação orgânica verificamos que nos 60 DAP, as dosagens de 10 e 12,5% obtiveram resultados semelhantes com 13,86 e 14,06mm e com o menor diâmetro foi encontrado para a dosagem de 7,5%.

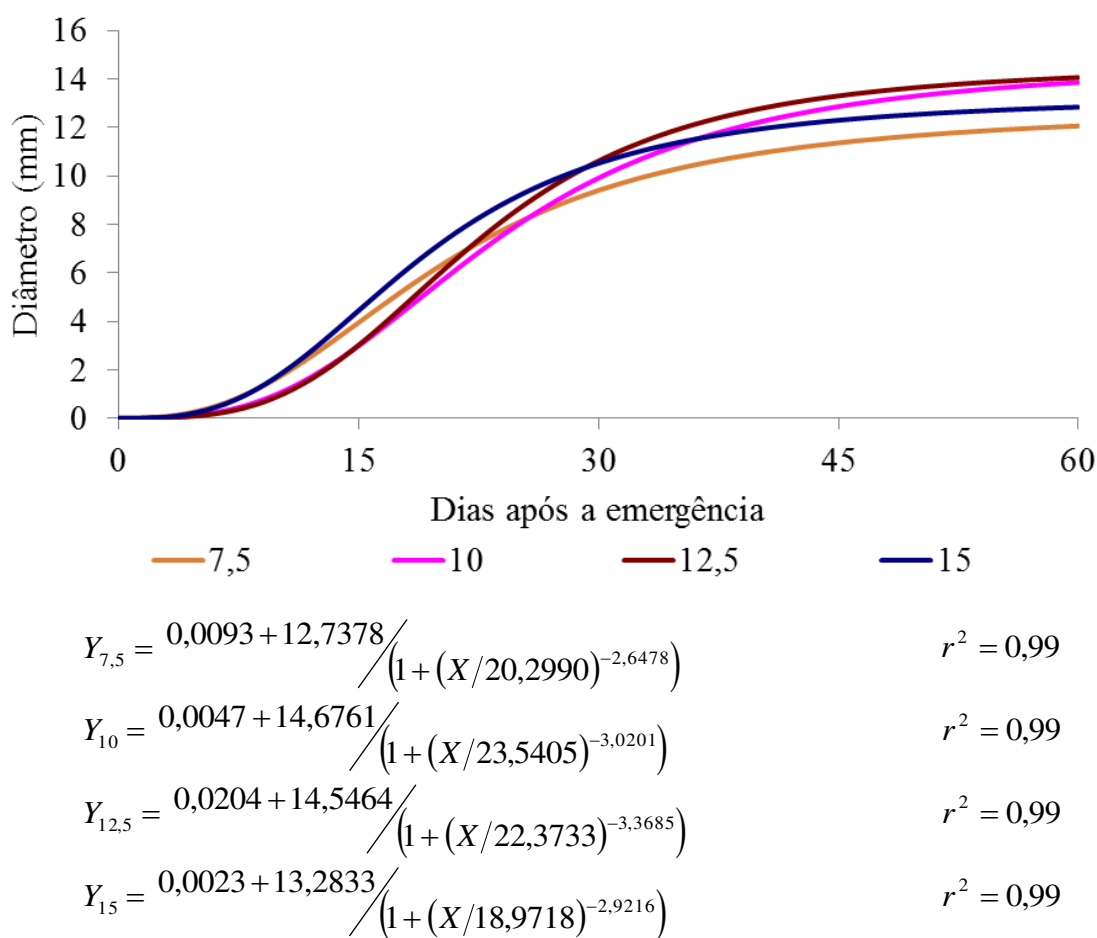
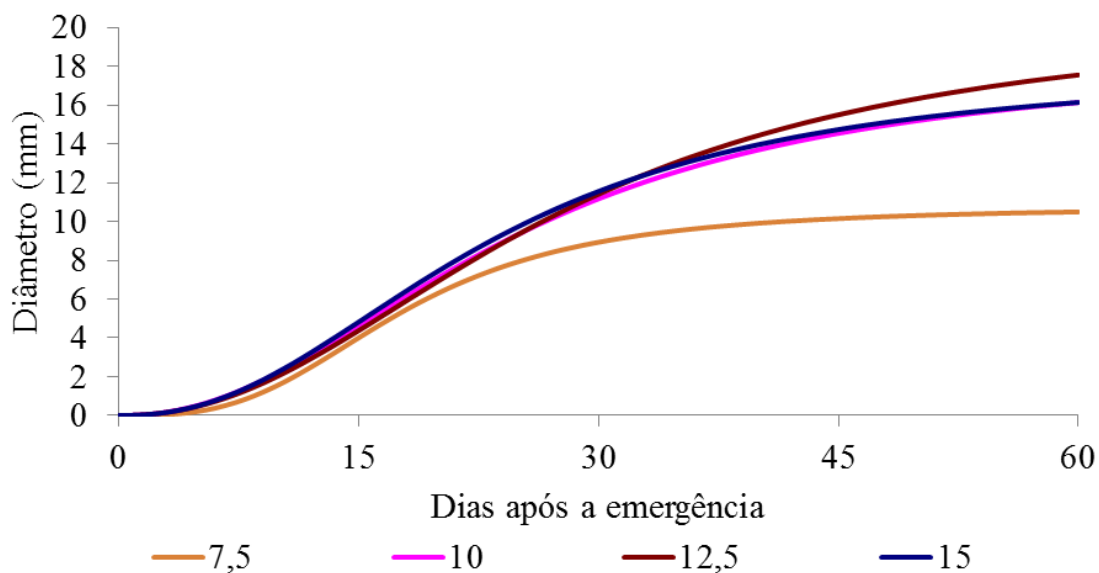


Figura 32 - Evolução do Diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol com água residuária para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo.

De acordo com o modelo matemático para diâmetro caulinar ao longo do segundo ciclo (FIGURA 33), o diâmetro máximo estimado pelo modelo foi aos 60 DAP para a dosagem de 12,5% de adubação orgânica; os referidos diâmetros estimados pelo modelo foram de 10,50, 16,13, 17,56 e 16,14mm para as dosagens de adubação de 7,5, 10,0, 12,5 e 15,0%, respectivamente. Esses valores foram inferiores aos encontrados por Biscaro *et al.* (2008) que, no caso da cultivar H358 da Dekalb, obtiveram um diâmetro caulinar de 18,4mm quando se utilizou uma dose de 47,8 kg ha⁻¹ de N associada à irrigação com água de baixa salinidade.



$$Y_{7,5} = \frac{10,7558}{(1 + (X/17,8113)^{-3,0468})} \quad r^2 = 0,99$$

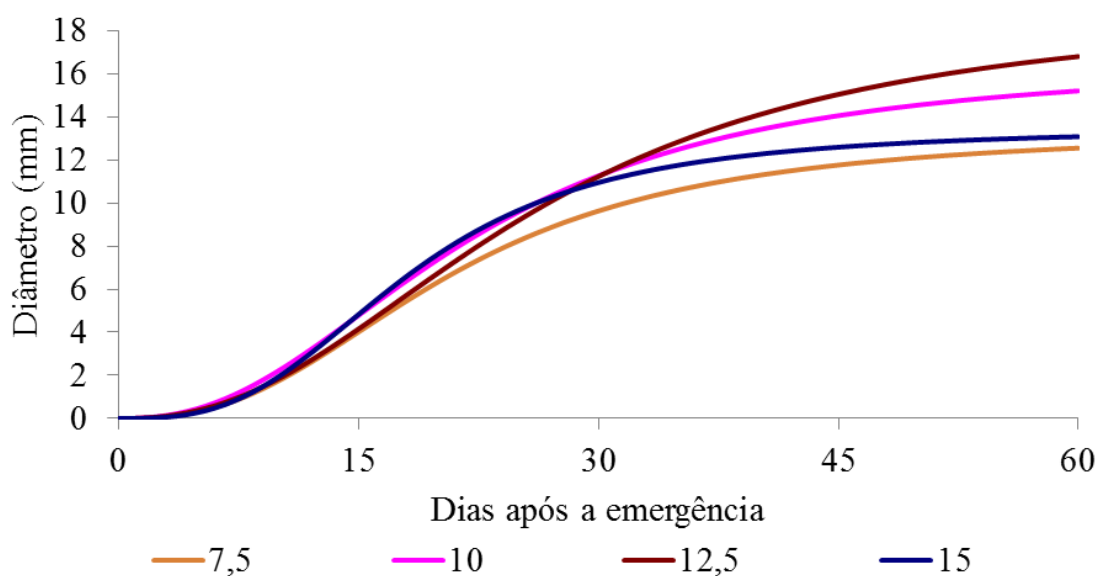
$$Y_{10} = \frac{18,4090}{(1 + (X/24,6417)^{-2,2021})} \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{12,5} = \frac{20,6614}{(1 + (X/27,2752)^{-2,1979})} \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{15} = \frac{17,9632}{(1 + (X/23,2152)^{-2,2984})} \quad r^2 = 0,99$$

Figura 33 - Evolução do Diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol com água de abastecimento para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo.

Para se verificar o comportamento das plantas sob efeito da água residuária ao longo do segundo ciclo, observa na Figura 34 o diâmetro de planta em função dos dias após a plantio podendo-se notar, pelo modelo matemático, que nas dosagens de adubação orgânica até 15 DAP tiveram um aumento semelhante. Após os 30 DAP, as dosagens de 10 e 12,5% tiveram um acentuado aumento alcançando um diâmetro de 15,20 e 16,79mm, respectivamente.



$$Y_{7,5} = \frac{13,3511}{1 + (X/20,7754)^{-2,5883}} \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{10} = \frac{16,5739}{1 + (X/21,8918)^{-2,3840}} \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{12,5} = \frac{19,0838}{1 + (X/25,790)^{-2,3596}} \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{15} = \frac{13,4584}{1 + (X/18,2430)^{-2,9613}} \quad r^2 = 0,99$$

Figura 34 - Evolução do Diâmetro da planta ao longo do ciclo do girassol com água residuária para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 2º ciclo.

5.2.6. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar da planta (TCADC)

De acordo com a análise de variância para a variável taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule do girassol após o plantio nas épocas de adubação, em função da água de irrigação e da adubação orgânica não houve diferença significativa entre o fator água (A). Entretanto as doses de adubação orgânica testadas tiveram efeito significativo no período 15 – 30 DAP, já para a interação A x O não foi significativo para todos os períodos analisadas para o primeiro ciclo (TABELA 23). Verifica-se ainda nos resultados da análise de variância (TABELA 23) para o segundo ciclo que não

houve efeito significativo no fator água para os períodos analisados. Na variação de doses de adubação orgânica fornecida às plantas constatou efeito significativo no último período analisado (46 – 60 DAP). E na interação entre os fatores estudados (água de irrigação e doses de adubação orgânica) para o período de 41 a 60 DAP houve efeito significativo. Esses resultados são contrários aos encontrados por Oliveira *et al.* (2006) ao analisar os efeitos da irrigação com água de diferentes salinidades e teores de esterco bovino no crescimento inicial da mamoneira, observaram também não haver interação entre os fatores.

Observando os contrastes realizados verificou-se que não houve diferença entre as águas estudadas utilizando o adubo químico nas variáveis analisadas nos dois ciclos. Já em relação à diferença entre as testemunhas com as demais doses, houve efeito significativo no primeiro ciclo no período 15 – 30 DAP e no segundo ciclo nos períodos 15 – 30 e 31 – 45 DAP. E para a diferença entre os tipos de adubação, como a água das testemunhas é a mesma, porém existe a contribuição da qualidade da água residuária (matéria orgânica e nutriente), tendo a dose de 10% recomendada por Andrade (2011), houve efeito significativo para a testemunha com água residuária no primeiro ciclo e a testemunha de água de abastecimento para o período 15 – 30 DAP.

Tabela 23. Anova e médias da taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios - DAP | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | GL | 1º Ciclo | | | 2º Ciclo | | |
| | | 15-30 | 31-45# | 46-60# | 15-30 | 31-45# | 46-60# |
| Água (A) | 1 | 0,002 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,004 ^{ns} | 0,005 ^{ns} |
| Ad. Org (O) | 3 | 0,026 [*] | 0,010 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,016 ^{ns} | 0,015 ^{ns} | 0,012 [*] |
| Interação AxO | 3 | 0,017 ^{ns} | 0,003 ^{ns} | 0,002 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,022 [*] | 0,006 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Tes. 2 | 1 | 0,011 ^{ns} | 0,013 ^{ns} | 0,000 ^{ns} | 0,030 ^{ns} | 0,041 ^{ns} | 0,000 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Fatorial | 1 | 0,018 ^{ns} | 0,047 ^{ns} | 0,002 ^{ns} | 0,205 ^{**} | 0,062 ^{ns} | 0,001 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Fatorial | 1 | 0,076 ^{**} | 0,004 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,050 ^{**} | 0,001 ^{ns} | 0,000 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Dose 2 | 1 | 0,003 ^{ns} | 0,042 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,099 ^{**} | 0,064 ^{ns} | 0,001 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Dose 2 | 1 | 0,112 ^{**} | 0,011 ^{ns} | 0,000 ^{ns} | 0,024 ^{ns} | 0,000 ^{ns} | 0,002 ^{ns} |
| Resíduo | 28 | 0,006 | 0,004 | 0,001 | 0,008 | 0,007 | 0,003 |
| CV % | - | 17,82 | 7,86 | 3,21 | 21,63 | 9,76 | 25,43 |
| Tipo de Água | | | | Média (mm dia⁻¹) | | | |
| Abastecimento | | 0,42 | 0,17 | 0,03 | 0,40 | 0,19 | 0,06 |
| Residuária | | 0,41 | 0,16 | 0,02 | 0,41 | 0,23 | 0,05 |
| Doses de Adub. Orgânica (%) | | | | | | | |
| 7,5 | | 0,38ab | 0,11 | 0,006 | 0,35 | 0,12b | 0,04b |
| 10,0 | | 0,44ab | 0,20 | 0,018 | 0,41 | 0,23ab | 0,06ab |
| 12,5 | | 0,48a | 0,22 | 0,037 | 0,44 | 0,27ab | 0,07a |
| 15,0 | | 0,37b | 0,14 | 0,029 | 0,42 | 0,21a | 0,07ab |
| Tes. 1 | | 0,36 | 0,07 | 0,029 | 0,62 | 0,09 | 0,06 |
| Tes. 2 | | 0,29 | 0,14 | 0,001 | 0,51 | 0,22 | 0,07 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; *= significativo a 0,05 de probabilidade; **= significativo a 0,01 de probabilidade; ^{ns} = não significativo; # Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$; Tes. 1 – Plantas irrigadas com água de abastecimento com 100% NPK; Tes. 2 – Plantas irrigadas com água residuária com 100% NPK

De acordo com os estudos de regressão para o fator adubação orgânica (O), verifica-se ter havido efeito significativo sobre a TCADC, causando um acréscimo de 28% para o incremento unitário de 15% de adubação orgânica para a testemunha utilizada no período de 15 – 30 DAP irrigado com água de abastecimento. Para a planta irrigada com água residuária para todas as doses de adubação estudada houve um acréscimo acima da testemunha (FIGURA 35).

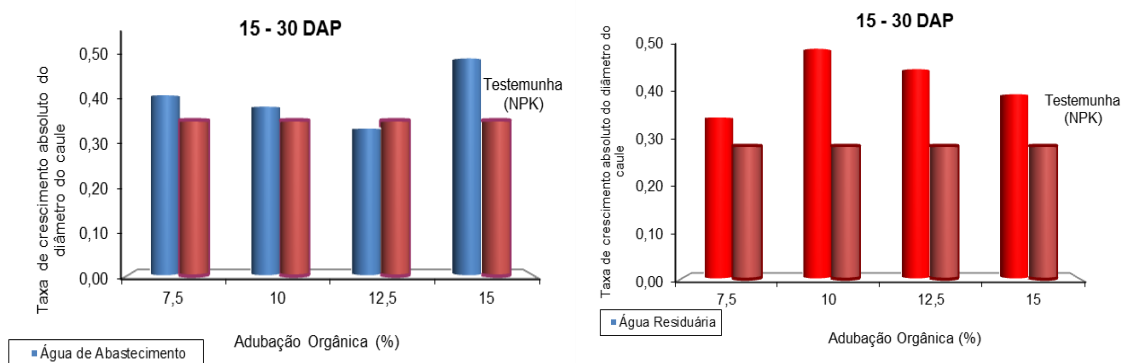


Figura 35 - Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar nos períodos de avaliação realizada entre 15-30 do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para o 1º ciclo

No período de 31-45 DAP para o segundo ciclo onde houve efeito crescente na interação das águas com adubação orgânica, foi verificado aumento unitário da irrigação, ou seja, as plantas irrigadas com água de irrigação com 15% de adubação orgânica tiveram sua TCADC aumento em 80,92% (0,280 mm dia⁻¹) em relação às dosagens de adubação com 7,5% para a irrigação com água de abastecimento (FIGURA 36). Para as plantas irrigadas com água residuária, observou-se um decréscimo de 54,12% (0,092 mm dia⁻¹) em relação às dosagens de adubação entre 15 e 7,5%. Em relação à testemunha (100% de NPK), para as plantas irrigadas com água de abastecimento ficaram abaixo do valor a dosagem de 7,5%. Para as plantas irrigadas com água residuária a que ficou com valor abaixo da testemunha foi a dosagem de 15% de adubação orgânica, tendo a dosagem de 12,5% com a melhor taxa de crescimento absoluto com 0,292 mm dia⁻¹ (FIGURA 37).

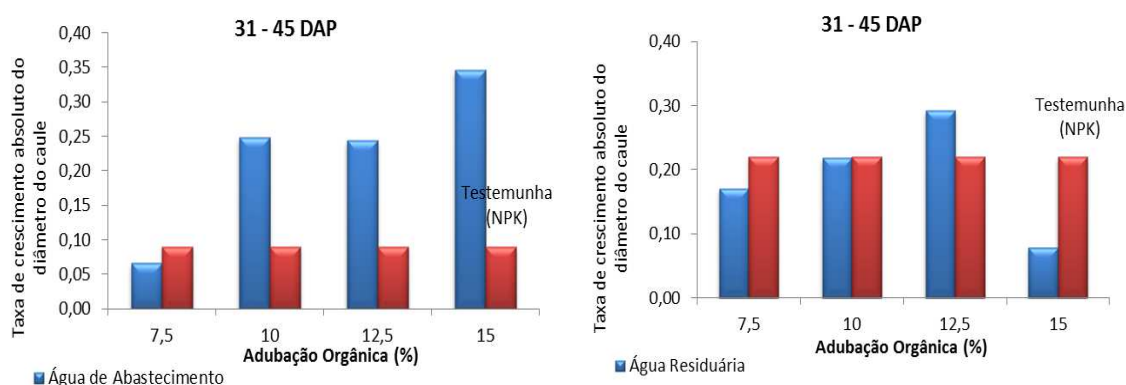


Figura 36. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar nos períodos de avaliação realizada entre 31-45 (TCADC2) do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para o 2º ciclo.

A Figura 37 apresenta um acréscimo das plantas irrigadas com água de abastecimento sobre as dosagens de adubação orgânica de 51,28% entre as dosagens 7,5 a 15%. Além disso, tendo a superioridade da dosagem de 15% em relação a testemunha (100% NPK). Para a água residuária houve um acréscimo em relação as dosagens de 40,74%, entre 7,5 a 15% no período de 46 a 60 DAP. A melhor dosagem de adubação orgânica neste periodo foi de 12,5% com 0,084 mm dia⁻¹, ficando acima do valor da testemunha e das demais dosagens.

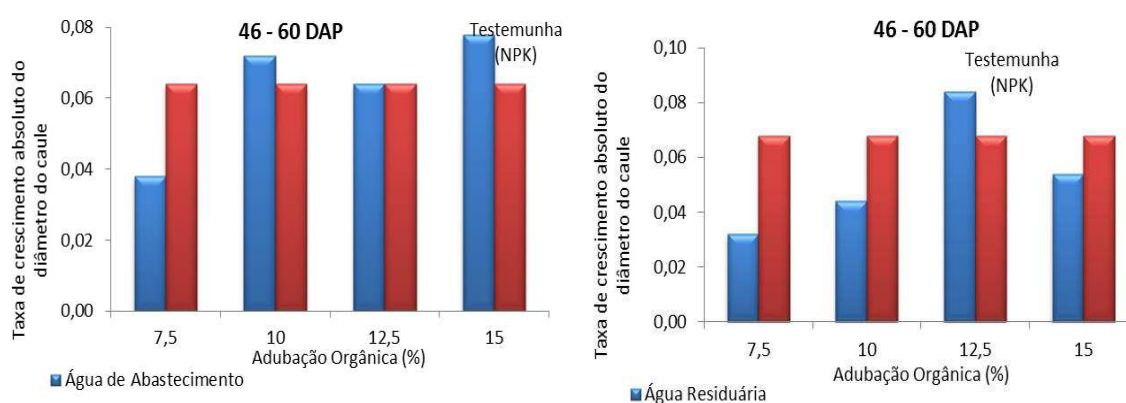


Figura 37. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar nos períodos de avaliação realizada entre 46-60 (TCADC3) do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para o 2º ciclo.

5.2.7. Taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar da planta (TCRDC)

Analisando-se os resultados da análise de variância para a taxa de crescimento relativo de diâmetro caulinar (TCRDC) ao longo dos períodos (TABELA 24), seguindo a tendência da taxa de crescimento absoluto de caulinar (TCADC) foi afetada significativa em nível de 0,05 de probabilidade pela a água de irrigação (A) e pelo fator adubação orgânica (O) apenas no primeiro intervalo de avaliação no primeiro ciclo, não havendo significância para a interação dos fatores em nenhum dos períodos avaliados nos dois ciclos avaliados.

Verifica-se que não houve diferença entre as águas estudadas utilizando o adubo químico nas variáveis analisadas nos dois ciclos. Já em relação à diferença entre as testemunhas com as demais doses e para a diferença entre os tipos de adubação, com a água das testemunhas houve efeito significativo para o período de 15 – 30 DAP no primeiro ciclo, sendo nos demais períodos do primeiro e segundo ciclo não houve efeito significativo.

Tabela 24. Anova e médias da taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar de plantas nos períodos de avaliação do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios - DAP | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | GL | 1º Ciclo | | | 2º Ciclo | | |
| | | 15-30 | 31-45# | 46-60# | 15-30 | 31-45# | 46-60# |
| Água (A) | 1 | 0,001000* | 0,000005 ^{ns} | 0,000005 ^{ns} | 0,00001 ^{ns} | 0,000011 ^{ns} | 0,000001 ^{ns} |
| Ad. Org (O) | 3 | 0,001697* | 0,000061 ^{ns} | 0,000007 ^{ns} | 0,000017 ^{ns} | 0,000060 ^{ns} | 0,000017 ^{ns} |
| Interação AxO | 3 | 0,000180 ^{ns} | 0,000046 ^{ns} | 0,000005 ^{ns} | 0,000060 ^{ns} | 0,000143 ^{ns} | 0,000003 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Tes. 2 | 1 | 0,000222 ^{ns} | 0,000107 ^{ns} | 0,000000 ^{ns} | 0,000281 ^{ns} | 0,000156 ^{ns} | 0,000000 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Fatorial | 1 | 0,001549** | 0,000367 ^{ns} | 0,000009 ^{ns} | 0,000637 ^{ns} | 0,000443 ^{ns} | 0,000000 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Fatorial | 1 | 0,003506** | 0,000029 ^{ns} | 0,000005 ^{ns} | 0,000008 ^{ns} | 0,000019 ^{ns} | 0,000000 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Dose 2 | 1 | 0,001167** | 0,000428 ^{ns} | 0,000005 ^{ns} | 0,000354 ^{ns} | 0,000428 ^{ns} | 0,000001 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Dose 2 | 1 | 0,005448** | 0,000051 ^{ns} | 0,000001 ^{ns} | 0,000037 ^{ns} | 0,000025 ^{ns} | 0,000003 ^{ns} |
| Resíduo | 28 | 0,000086 | 0,000056 | 0,000004 | 0,000173 | 0,000047 | 0,000008 |
| CV % | - | 14,40 | 1,04 | 0,29 | 22,84 | 0,95 | 0,40 |
| Tipo de Água | | | | Média (mm mm dia⁻¹) | | | |
| Abastecimento | | 0,070a | 0,014 | 0,0005 | 0,058 | 0,016 | 0,002 |
| Residuária | | 0,060b | 0,015 | 0,0015 | 0,058 | 0,014 | 0,002 |
| Doses de Adub. Orgânica (%) | | | | | | | |
| 7,5 | | 0,057 | 0,011 | 0,0001 | 0,058 | 0,011 | 0,0001 |
| 10,0 | | 0,076 | 0,017 | 0,0001 | 0,056 | 0,017 | 0,001 |
| 12,5 | | 0,075 | 0,018 | 0,0021 | 0,059 | 0,019 | 0,004 |
| 15,0 | | 0,050 | 0,012 | 0,0020 | 0,058 | 0,014 | 0,003 |
| Tes. 1 | | 0,046 | 0,004 | 0,001 | 0,070 | 0,004 | 0,002 |
| Tes. 2 | | 0,036 | 0,01 | 0,001 | 0,060 | 0,012 | 0,004 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 0,05 de probabilidade; ** = significativo a 0,01 de probabilidade; ^{ns} = não significativo. # Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$; Tes. 1 – Plantas irrigadas com água de abastecimento com 100% NPK; Tes. 2 – Plantas irrigadas com água residuária com 100% NPK

Nos estudos de regressão para o fator adubação orgânica (O), verifica-se ter havido efeito significativo sobre a TCRDC, tendo aumento nas dosagens estudadas irrigadas com água de abastecimento, exceto a dosagem de 15% que ficou abaixo da média da testemunha no período de 15 – 30 DAP. Para a planta irrigada com água residuária, para todas as doses de adubação estudadas houve um acréscimo acima da testemunha, tendo a dosagem de 10% o acréscimo maior, com 57,40% (FIGURA 38).

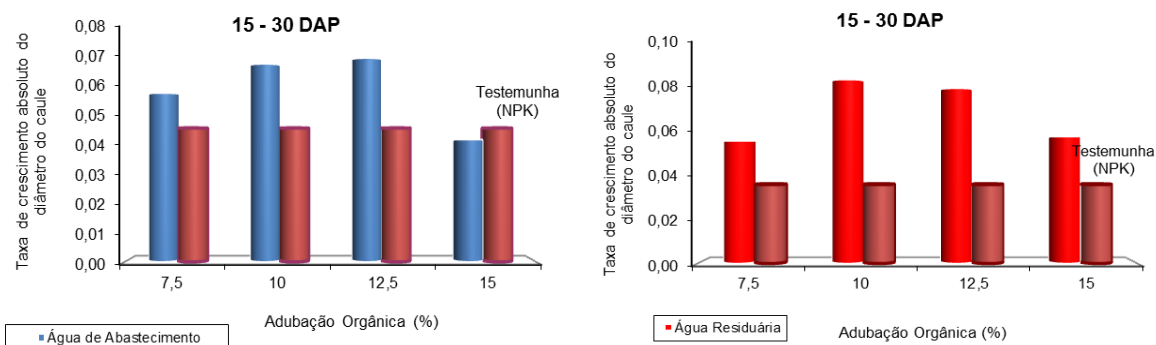


Figura 38 - Taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar nos períodos de avaliação realizada entre 15-30 (TCRDC1), do girassol após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica. 1º ciclo.

5.2.7. Número de folhas (NF)

Com base nas análises de variância, em termos de número de folhas (NF) não foi constatada diferença significativa da água de irrigação (TABELA 25). Por outro lado, observa-se, que houve efeito significativo no fator de adubação orgânica em todas as épocas estudadas, exceto nos 30 DAP no primeiro ciclo. O tipo de água de irrigação também não afetou significativamente o número de folhas das plantas, entretanto a água de abastecimento apresentou melhores tendências nas duas primeiras datas de avaliação, enquanto a água residuária nas duas últimas datas de avaliação. No resumo da ANOVA exposto na Tabela 61, nenhum das dosagens de adubação orgânica testados apresentou nenhum efeito significativo na interação A x O.

Na mesma tabela para o segundo ciclo, não houve efeito significativo dos fatores água de irrigação (A), doses de adubação orgânica (O) e a interação de água de irrigação x doses de adubação orgânica (A x O) nos períodos 15, 30, 45 e 60 DAP. Entretanto observamos que as médias das plantas irrigadas com água residuária foram superiores as plantas irrigadas com água de abastecimento.

Para os contrastes analisados, verificou que não houve diferença entre as águas estudadas utilizando o adubo químico nas variáveis analisadas nos dois ciclos. Para a diferença entre as testemunhas com as demais doses e para a diferença entre os tipos de adubação, com a água das testemunhas houve efeito significativo para o período de 15 DAP no primeiro ciclo, sendo nos demais períodos do primeiro e segundo ciclo não

houve efeito significativo. Os melhores desempenhos com a utilização de água residuária para essa variável provavelmente devem-se, em grande parte, a disponibilidade de nutrientes para as plantas, em especial o nitrogênio (N) presente nas águas residuárias.

Tabela 25. Anova e médias do número de folhas de plantas de girassol aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | | | | |
|------------------------------------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Número de Folhas, DAP | | | | | | | |
| | | 1º Ciclo | | | | 2º Ciclo | | | |
| | | 15 | 30 | 45 | 60 | 15 | 30 | 45 | 60# |
| Água (A) | 1 | 1,600 ^{ns} | 0,625 ^{ns} | 12,100 ^{ns} | 11,495 ^{ns} | 0,025 ^{ns} | 10,000 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,097 ^{ns} |
| Ad. Org (O) | 3 | 11,000 ^{**} | 37,292 ^{ns} | 37,500 ^{**} | 35,250 ^{**} | 0,492 ^{ns} | 4,967 ^{ns} | 5,633 ^{ns} | 0,257 ^{ns} |
| Interação AxO | 3 | 1,800 ^{ns} | 10,092 ^{ns} | 0,167 ^{ns} | 0,159 ^{ns} | 1,292 ^{ns} | 1,267 ^{ns} | 15,133 ^{ns} | 0,371 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Tes. 2 | 1 | 0,100 ^{ns} | 6,400 ^{ns} | 12,100 ^{ns} | 11,980 ^{ns} | 1,600 ^{ns} | 0,900 ^{ns} | 1,082 ^{ns} | 1,354 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Fatorial | 1 | 25,600 ^{**} | 0,336 ^{ns} | 3,211 ^{ns} | 3,131 ^{ns} | 0,003 ^{ns} | 4,900 ^{ns} | 17,898 ^{ns} | 19,214 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Fatorial | 1 | 30,044 ^{**} | 15,625 ^{ns} | 8,100 ^{ns} | 8,000 ^{ns} | 2,669 ^{ns} | 12,100 ^{ns} | 31,560 ^{ns} | 35,225 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Dose 2 | 1 | 19,600 ^{**} | 22,500 ^{ns} | 8,100 ^{ns} | 7,900 ^{ns} | 0,000 ^{ns} | 1,600 ^{ns} | 2,421 ^{ns} | 1,875 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Dose 2 | 1 | 36,100 ^{**} | 48,400 ^{ns} | 22,500 ^{ns} | 21,500 ^{ns} | 0,100 ^{ns} | 0,100 ^{ns} | 10,506 ^{ns} | 14,738 ^{ns} |
| Resíduo | 28 | 1,988 | 17,425 | 6,637 | 6,239 | 1,062 | 5,600 | 11,175 | 0,297 |
| CV % | - | 25,17 | 23,03 | 12,12 | 11,51 | 13,52 | 12,10 | 17,64 | 12,74 |
| Tipo de Água | | Média | | | | | | | |
| Abastecimento | | 5,80 | 18,25 | 20,70 | 19,57 | 7,60 | 19,05 | 18,95 | 18,15 |
| Residuária | | 5,40 | 18,00 | 21,80 | 20,66 | 7,65 | 20,05 | 18,96 | 17,05 |
| Doses de Adub. Orgânica (%) | | | | | | | | | |
| 7,5 | | 6,00ab | 18,00 | 21,20ab | 19,93ab | 7,70 | 19,30 | 19,80 | 19,80 |
| 10,0 | | 4,80b | 15,50 | 19,10b | 18,05b | 7,90 | 20,60 | 19,30 | 17,20 |
| 12,5 | | 4,70b | 19,00 | 20,90ab | 19,86ab | 7,50 | 19,10 | 18,60 | 16,50 |
| 15,0 | | 6,90a | 20,00 | 23,80a | 22,61a | 7,40 | 19,20 | 18,10 | 16,90 |
| Tes. 1 | | 8,00 | 18,40 | 20,40 | 19,18 | 7,60 | 20,60 | 17,80 | 14,80 |
| Tes. 2 | | 8,20 | 20,00 | 22,60 | 21,36 | 8,40 | 21,20 | 20,40 | 16,80 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo; ^{**} = significativo a 0,01 de probabilidade; ^{ns} = não significativo. # Dados transformados em $\sqrt{x+1}$; Tes. 1 – Plantas irrigadas com água de abastecimento com 100% NPK; Tes. 2 – Plantas irrigadas com água residuária com 100% NPK

Bonacin (2002), estudando o crescimento, produção e características das sementes de girassol (*Helianthus annuus* L. variedade Embrapa 122/V-2000), observou que houve decréscimo do número de folhas durante as avaliações, caracterizando a fase final da maturação com a senescência e a perda de folhas; tal como ocorreu no presente trabalho constatou-se a diminuição do número de folhas na última avaliação.

Assim, concluímos que a variedade irrigada com água residuária obteve o número de folhas (NF) superiores ao das plantas irrigadas com água de abastecimento.

Andrade *et al.* (2007) trabalhando com a cultura do girassol, também obteve o número de folhas irrigado com água residuária superior ao irrigado com água de abastecimento.

Pode-se observar, na Figura 39, que houve um crescimento acentuado do NF para todas as dosagens de adubação orgânica estudados, sendo registrado a partir dos 30 DAP, segundo o modelo matemático, que a dosagem de 12,5% alcançou um maior número de folhas dentre todas as dosagens de adubação orgânica até os 60 DAP.

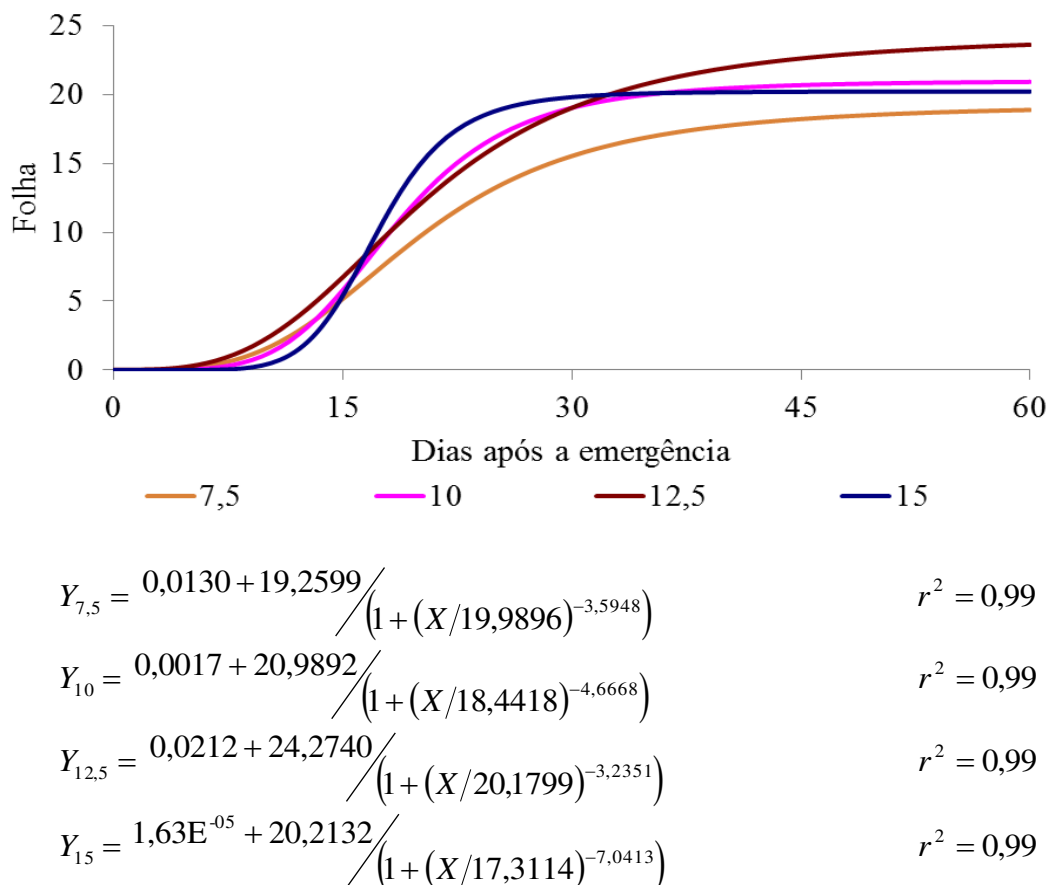
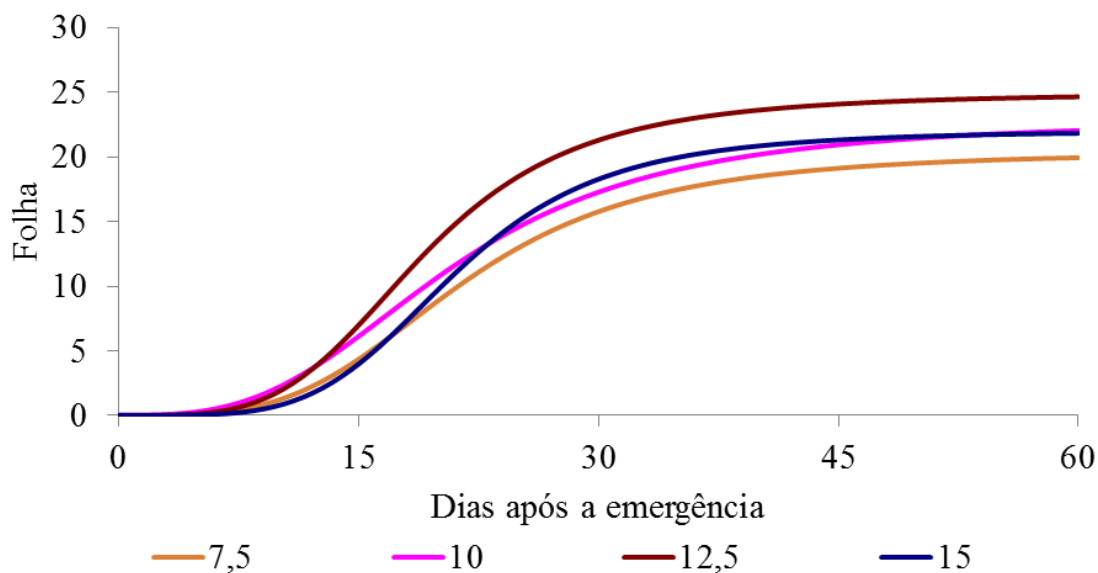


Figura 39 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol com água de abastecimento para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo.

Pode-se observar, na Figura 40, que houve um crescimento acentuado do número de folhas aos 15 DAP para todas as dosagens estudadas, segundo o modelo matemático, o maior número de folhas obtido na dosagem de 12,5%, tendo um crescimento maior do que a dosagem de 10% de adubação orgânica recomendado por Andrade (2011).



$$Y_{7,5} = 0,02594 + 20,3744 / \left(1 + (X/21,4743)^{-3,6577} \right) \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{10} = 0,0283 + 22,8543 / \left(1 + (X/20,8291)^{-3,0804} \right) \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{12,5} = 0,0073 + 24,9113 / \left(1 + (X/19,0923)^{-3,9148} \right) \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{15} = 0,0130 + 22,0143 / \left(1 + (X/21,0569)^{-4,4684} \right) \quad r^2 = 0,99$$

Figura 40 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol com água residuária para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para o 1º ciclo.

O comportamento das curvas de evolução do número de folhas (Figura 41) foi similar; entretanto, às plantas com dosagens a 15% de adubação orgânica que apresentaram melhor desenvolvimento ao longo do período de 15 a 60 DAP, em relação às demais dosagens.

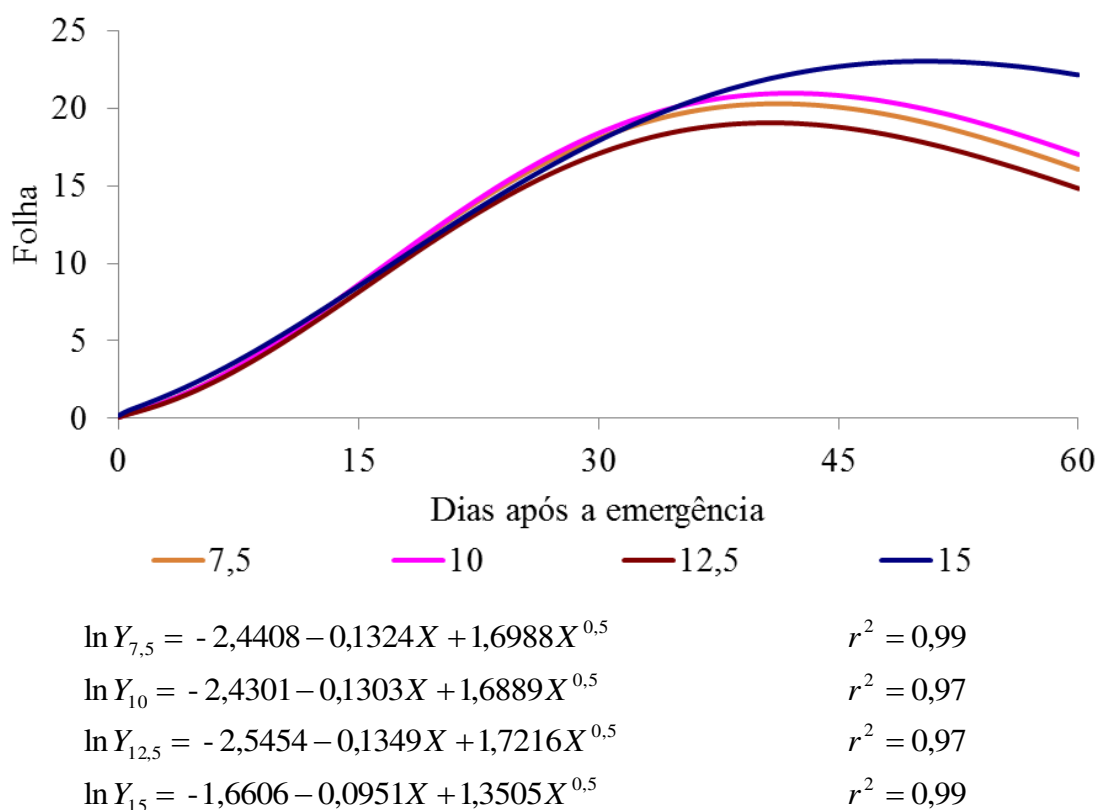


Figura 41 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol com água de abastecimento para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para 2º ciclo.

A evolução do número de folhas ao longo do tempo em função das doses de adubação orgânica irrigado com água residuária (FIGURA 42) verificou que houve um crescimento acentuado do número de folhas para todas as dosagens estudadas, segundo o modelo matemático, indicando que a dosagem de 10 e 12,5% tiveram o maior número de folhas em todas as dosagens e a dosagem 15% obteve número de folhas menores do que as outras dosagens.

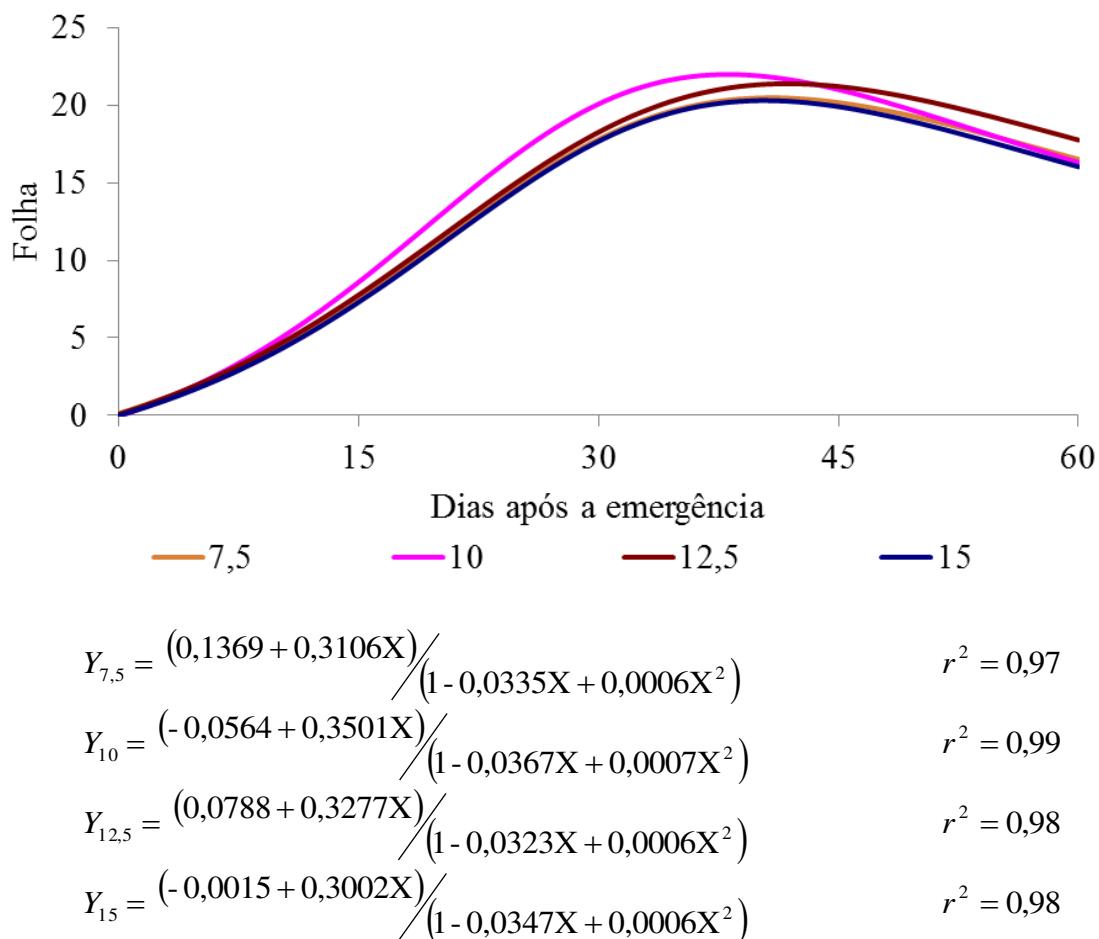


Figura 42 - Evolução do número de folhas da planta ao longo do ciclo do girassol com água residuária para diferentes níveis de dosagens de adubação orgânica em função dos dias após o plantio para 2º ciclo.

5.2.8. Área foliar (AF)

A adubação orgânica não afetou significativamente o comportamento da variável relacionada à área foliar, assim como a interação entre as doses de adubação orgânica e os tipos de água nos dois ciclos estudados (TABELA 26). A variedade Catissol 01 estudada neste experimento irrigada com água residuária obteve a superioridade em relação à água de abastecimento nos dias após o plantio nos dois ciclos avaliados.

Não houve diferença entre as águas estudadas utilizando o adubo químico nas variáveis analisadas nos dois ciclos. Para a relação à diferença entre as testemunhas com as demais doses, e para a diferença entre os tipos de adubação, com a água das

testemunhas houve efeito significativo para as duas testemunhas tanto para os 15 DAP como para o 30 DAP no 2º ciclo.

Podemos dizer que a utilização do adubo orgânico é liberado gradualmente os nutrientes à medida que são demandados para o crescimento da planta. Por essa razão nos 15 DAP o melhor desempenho foi realizado por 7,5% de dosagem de adubação orgânica. De acordo com os estudos para as médias das águas de irrigação, verifica-se não ter havido efeito significativo sobre a área foliar, mas observando as médias nos períodos estudados a água residuária teve sempre um pouco de acréscimo da água de abastecimento, com 0,26 e 11,92% por incremento unitário nos período de 15 e 30 DAE.

Tabela 26. Anova e médias da Área Foliar das plantas de girassol aos 15 e 30 dias após o plantio, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | |
|------------------------------------|----|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| | | Área Foliar (cm ²), DAP | | | |
| | | 1º Ciclo | | 2º Ciclo | |
| | | 15## | 30# | 15### | 30 |
| Água (A) | 1 | 0,133 ^{ns} | 9,894 ^{ns} | 0,014 ^{ns} | 290873,025 ^{ns} |
| Ad. Org (O) | 3 | 0,357 ^{ns} | 181,856 ^{ns} | 3,108 ^{ns} | 242024,158 ^{ns} |
| Interação AxO | 3 | 0,130 ^{ns} | 78,251 ^{ns} | 9,631 ^{ns} | 190249,625 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Tes. 2 | 1 | 11346,792 ^{ns} | 3764,376 ^{ns} | 328,006 ^{ns} | 872828,579 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Fatorial | 1 | 31663,504 ^{ns} | 249949,776 ^{ns} | 61761,848 ^{**} | 10935145,513 ^{**} |
| Tes. 2 vc Fatorial | 1 | 1289,814 ^{ns} | 17844,203 ^{ns} | 74347,421 ^{**} | 4248389,818 ^{**} |
| Tes. 1 vc Dose 2 | 1 | 2253,001 ^{ns} | 1217786,650 ^{ns} | 53859,775 ^{**} | 8054864,979 ^{**} |
| Tes. 2 vc Dose 2 | 1 | 2773,557 ^{ns} | 233246,202 ^{ns} | 18774,191 ^{**} | 1158735,842 ^{**} |
| Resíduo | 28 | 0,116 | 64,196 | 6,803 | 86557,575 |
| CV % | - | 16,15 | 20,13 | 17,48 | 21,60 |
| Tipo de Água | | | Média (cm²) | | |
| Abastecimento | | 145,79 | 1620,27 | 226,71 | 1276,80 |
| Residuária | | 208,11 | 1690,72 | 229,51 | 1447,35 |
| Doses de Adub. Orgânica (%) | | | | | |
| 7,5 | | 238,48 | 1305,90 | 204,52 | 1132,90 |
| 10,0 | | 124,58 | 1371,55 | 235,00 | 1397,50 |
| 12,5 | | 235,45 | 1838,23 | 234,93 | 1453,40 |
| 15,0 | | 109,28 | 2106,30 | 237,99 | 1464,50 |
| Tes. 1 | | 92,54 | 1853,84 | 345,99 | 2930,60 |
| Tes. 2 | | 159,91 | 1892,64 | 357,45 | 2339,80 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo; ^{**} = significativo a 0,05 de probabilidade; # Dados transformados em \sqrt{x} ; ## Dados transformados em $\text{Log}(x)$; ### Dados transformados em $\sqrt{x+1}$; Tes. 1 – Plantas irrigadas com água de abastecimento com 100% NPK; Tes. 2 – Plantas irrigadas com água residuária com 100% NPK

Os pesquisadores Linhares *et al.* (2012) estudando as diferentes fontes de adubação e seus efeitos no crescimento inicial do girassol nos 35 dias de avaliação constataram um efeito linear na área foliar, onde o melhor resultado foi alcançado com uma dosagem de 6 litros de esterco por balde, obtendo uma área foliar de 87,3cm², tendo um resultado maior do que obtido neste experimento. Segundo Oliveira (1995) o aumento da área foliar implica num aumento da superfície fotossintetizadora, na elevação da superfície assimiladora e, conseqüentemente, no rendimento da planta.

5.2.10. Fitomassas

Com base no resumo da análise de variância, constatou-se que não houve efeito significativo para as fitomassas avaliadas (TABELA 27), em relação às águas irrigadas no primeiro ciclo. Para às doses de adubação orgânica, houve efeito significativo para as todas as fitomassas, exceto a fitomassa fresca da raiz. Santos *et al.* (2009), estudando a produção de massa seca na cultura da soja adubada com dejetos líquidos de suínos, verificou que a aplicação de adubação orgânica exerceu efeitos significativos nessa cultura. Os autores obtiveram as maiores produtividades da massa seca das raízes quando foram utilizados dois diferentes tratamentos (adubação mineral e 50 m³ ha de dejetos líquidos de suínos + residual de N).

Para o segundo ciclo observa que nos tratamentos relativos às doses de adubação orgânica e na interação não se mostraram significativos para as fitomassas avaliadas. Em relação ao tipo de água, as análises avaliadas que tiveram efeitos significativos foi a fitomassa seca da parte área (FSPA), fitomassa fresca da raiz (FFR) e fitomassa seca total (FST). Observando as médias das águas estudadas, constatamos que a água residuária encontrou superioridade em relação à água de abastecimento em todas as variáveis analisadas.

Hussar *et al.* (2005) enfatizam a importância do uso de água residuária na agricultura a partir de resultados obtidos com a cultura da beterraba, em que as plantas irrigadas com água residuária obtiveram resultados estatisticamente iguais às que receberam adubação convencional.

O maior acúmulo de massa seca pode ser um reflexo de uma maior absorção de íons do solo, uma vez que o aumento da umidade do solo no desenvolvimento da cultura do girassol pode ser significativo na absorção de nutrientes pelas plantas (LOUÉ, 1993). Segundo Sionit *et al.* (1973), o rendimento máximo da cultura do girassol é alcançado quando o solo encontra-se em capacidade de campo, evidenciando a importância de se utilizar uma lâmina de irrigação que propicie o desenvolvimento adequado da cultura.

Resultados semelhantes encontrados por Lucena (2007) que, trabalhando com adubação química e orgânica e água residuária nas mudas de flamboyant (*Delonix regia*), concluiu que a água residuária incrementou significativamente a fitomassa da parte aérea em todos os tratamentos, inclusive aquele em que a adubação era de origem orgânica. O efeito significativo relativo à adubação orgânica nas fitomassas fresca e seca da parte aérea diz respeito a uma influência maior causada pela presença do esterco bovino.

Tabela 27. Anova e médias da fitomassa fresca da parte área (FFPA), fitomassa seca da parte área (FSPA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR) e fitomassa seca total (FST), em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----|-------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| | | 1º Ciclo | | | | | 2º Ciclo | | | | |
| | | FFPA# | FSPA# | FFR## | FSR## | FST## | FFPA | FSPA | FFR## | FSR## | FST |
| Água (A) | 1 | 0,466 ^{ns} | 0,391 ^{ns} | 2,677 ^{ns} | 0,151 ^{ns} | 0,004 ^{ns} | 655,419 ^{ns} | 123,552* | 11,841* | 0,145 ^{ns} | 154,920* |
| Ad. Org (O) | 3 | 15,252* | 4,069* | 0,645 ^{ns} | 3,332* | 11,173* | 724,902 ^{ns} | 44,809 ^{ns} | 0,753 ^{ns} | 0,033 ^{ns} | 49,960 ^{ns} |
| Interação AxO | 3 | 3,186 ^{ns} | 0,813 ^{ns} | 1,503 ^{ns} | 0,587 ^{ns} | 0,713 ^{ns} | 220,834 ^{ns} | 16,645 ^{ns} | 0,658 ^{ns} | 0,411 ^{ns} | 26,696 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Tes. 2 | 1 | 18293,584 ^{ns} | 14348,044** | 677,658 ^{ns} | 1,673 ^{ns} | 244,431 ^{ns} | 15,625 ^{ns} | 10,712 ^{ns} | 35,181 ^{ns} | 0,090 ^{ns} | 14326,301** |
| Tes. 1 vc Fatorial | 1 | 2793,444 ^{ns} | 159,600 ^{ns} | 976,177 ^{ns} | 36,589 ^{ns} | 50,303 ^{ns} | 24409,199** | 1140,339** | 444,008 ^{ns} | 36,328 ^{ns} | 43,640 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Fatorial | 1 | 16252,508 ^{ns} | 29704,317** | 12,008 ^{ns} | 18,700 ^{ns} | 189,152 ^{ns} | 26083,832** | 864,652** | 173,266 ^{ns} | 37,863 ^{ns} | 27621,139** |
| Tes. 1 vc Dose 2 | 1 | 176,904 ^{ns} | 253,009 ^{ns} | 157,371 ^{ns} | 66,152 ^{ns} | 135,645 ^{ns} | 4580,456 ^{ns} | 121,243 ^{ns} | 1725,282** | 8,727 ^{ns} | 167,756 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Dose 2 | 1 | 8567,914 ^{ns} | 15476,356** | 0,013 ^{ns} | 11,729 ^{ns} | 263,477 ^{ns} | 11812,282 ^{ns} | 608,400** | 6,834 ^{ns} | 25,197 ^{ns} | 14252,626** |
| Resíduo | 28 | 3,719 | 0,676 | 1,035 | 0,422 | 0,86256 | 447,399 | 12,410 | 2,221 | 0,298 | 21,375 |
| CV % | - | 18,55 | 12,98 | 39,26 | 27,03 | 14,15 | 25,07 | 11,57 | 21,44 | 23,01 | 13,08 |
| Tipo de Água | | Média (g) | | | | | | | | | |
| Abastecimento | | 113,49 | 40,08 | 8,76 | 5,95 | 43,00 | 88,33 | 28,69b | 8,78b | 4,69 | 33,38b |
| Residuária | | 115,09 | 42,02 | 4,78 | 4,88 | 44,28 | 88,43 | 32,20a | 19,44a | 5,12 | 37,32a |
| Doses de Adub. Orgânica (%) | | | | | | | | | | | |
| 7,5 | | 96,07b | 29,77b | 5,21 | 1,76b | 28,83b | 83,59 | 27,87 | 12,54 | 4,85 | 32,72 |
| 10,0 | | 94,70b | 31,99b | 5,57 | 4,22b | 39,40ab | 77,02 | 29,95 | 19,95 | 4,54 | 34,49 |
| 12,5 | | 156,71a | 54,89a | 9,42 | 8,74a | 55,72a | 96,50 | 32,94 | 12,47 | 4,93 | 37,86 |
| 15,0 | | 109,67ab | 43,63ab | 6,87 | 6,93ab | 47,56ab | 80,42 | 31,03 | 11,48 | 5,31 | 36,44 |
| Tes. 1 | | 40,18 | 25,03 | 10,59 | 8,28 | 40,28 | 59,31 | 36,44 | 4,11 | 2,05 | 38,49 |
| Tes. 2 | | 37,68 | 27,01 | 6,14 | 5,46 | 50,16 | 144,87 | 112,20 | 7,87 | 1,99 | 114,19 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 0,05 de probabilidade; ** = significativo a 0,01 de probabilidade; ^{ns} = não significativo; # Dados transformados em \sqrt{x} ; ## Dados transformados em $\sqrt{x+1}$; Tes. 1 – Plantas irrigadas com água de abastecimento com 100% NPK; Tes. 2 – Plantas irrigadas com água residuária com 100% NPK

Verifica-se que não houve diferença entre as águas estudadas utilizando o adubo químico nas variáveis analisadas nos dois ciclos, exceto para FSPA no primeiro ciclo e FST para o segundo ciclo. Em relação à diferença entre a testemunha irrigada com água de abastecimento com as demais doses, houve efeito significativo só segundo ciclo para FFPA e FSPA. Já para a testemunha irrigada com água residuária houve efeito significativo no primeiro ciclo para o FSPA e no segundo ciclo não houve efeito significativo para o FFR e FSR. E para a diferença entre os tipos de adubação, como a água das testemunhas é a mesma, porém existe a contribuição da qualidade da água residuária (matéria orgânica e nutriente), tendo a dose de 10% recomendada por Andrade (2011), houve efeito significativo para as duas testemunhas para FSPA tanto para o primeiro ciclo como no segundo ciclo. Ainda houve efeito significativo no segundo ciclo para o FFR e FST.

O fato das plantas irrigadas com água residuária terem apresentados maiores fitomassas avaliadas deve-se, provavelmente, à ausência de fósforo na água de abastecimento, pois tal nutriente tem como função desenvolvimento do sistema radicular, conforme afirmam Malavolta *et al.* (1997). O mesmo se encontrava na água oriunda de esgoto doméstico, em baixas concentrações, confirmando a afirmação de Telles (2003) sobre a grande potencialidade do uso na irrigação agrícola desta qualidade de água.

5.2.11. Relação raiz/parte aérea (R/PA) e teor de água na planta (TAP)

Com base no resumo da análise de variância (TABELA 28), constatou-se que não houve efeito significativo para a relação raiz/parte aérea (R/PA) e teor de água na planta (TAP) para o fator água de irrigação. Para a interação água de irrigação e doses de adubação orgânica (A x O) também não houve efeito significativo para as variáveis estudadas. Na análise da variância do teor de água na planta (TAP), em função da água de irrigação e da adubação orgânica foi possível observar efeito significativo ($p < 0,05$) para o fator da adubação orgânica (O) no primeiro ciclo.

O segundo ciclo observou-se que não houve efeito significativo da água de irrigação sobre a relação raiz/parte aérea (R/PA) e teor de água na planta (TAP) em função da água de irrigação e da adubação orgânica para o fator adubação orgânica (O). Verificou, ainda, que o efeito do tipo de água não foi significativo em nenhum período em análise e que não dependeu dos tratamentos das dosagens utilizadas, pois, não houve efeito significativo para a interação (A x O), indicando, que os tipos de água utilizados apresentaram um comportamento semelhante nas diferentes doses de adubação orgânica.

Nos contrastes realizados não houve efeito significativo entre as águas estudadas nos dois ciclos. Para a diferença entre as testemunhas com as demais doses verificou que houve efeito significativo para as variáveis no segundo ciclo. E para a diferença entre os tipos de adubação, com a água das testemunhas houve efeito significativo também para segundo ciclo.

Tabela 28. Anova e médias da relação raiz/parte aérea (R/PA) e teor de água na planta (TAP), em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | |
|------------------------------------|----|----------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|
| | | 1º Ciclo | | 2º Ciclo | |
| | | R/PA## | TAP# | R/PA# | TAP |
| Água (A) | 1 | 0,007 ^{ns} | 0,093 ^{ns} | 0,004 ^{ns} | 2,500 ^{ns} |
| Ad. Org (O) | 3 | 0,006 ^{ns} | 15,394* | 0,016 ^{ns} | 782,600 ^{ns} |
| Interação AxO | 3 | 0,007 ^{ns} | 1,172 ^{ns} | 0,027 ^{ns} | 370,500 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Tes. 2 | 1 | 0,0002 ^{ns} | 1,827 ^{ns} | 0,000 ^{ns} | 204,758 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Fatorial | 1 | 0,038 ^{ns} | 7,670 ^{ns} | 0,050** | 3025,659** |
| Tes. 2 vc Fatorial | 1 | 0,0454 ^{ns} | 0,935 ^{ns} | 0,054** | 5488,610** |
| Tes. 1 vc Dose 2 | 1 | 0,072 ^{ns} | 323,318 ^{ns} | 0,023 ^{ns} | 1113,539** |
| Tes. 2 vc Dose 2 | 1 | 0,028 ^{ns} | 239,151 ^{ns} | 0,025 ^{ns} | 2146,250** |
| Resíduo | 28 | 0,006 ^{ns} | 0,820 | 0,386 | 5912,800 ^{ns} |
| CV % | - | 11,37 | 12,33 | 17,64 | 22,21 |
| Tipo de Água | | | Média | | |
| Abastecimento | | 0,05 | 55,65 | 0,30 | 60,95 |
| Residuária | | 0,01 | 54,10 | 0,25 | 61,45 |
| Doses de Adub. Orgânica (%) | | | | | |
| 7,5 | | 0,015 | 30,70b | 0,20 | 66,30 |
| 10,0 | | 0,055 | 66,30a | 0,30 | 56,00 |
| 12,5 | | 0,045 | 64,80a | 0,20 | 64,80 |
| 15,0 | | 0,015 | 57,70a | 0,40 | 57,70 |
| Tes. 1 | | 0,001 | 56,40 | 0,18 | 35,20 |
| Tes. 2 | | 0,001 | 55,60 | 0,26 | 26,20 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; * = significativo a 0,05 de probabilidade; ** = significativo a 0,01 de probabilidade; ^{ns} = não significativo. # Dados transformados em $\sqrt{x+1}$; ## Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$; Tes. 1 – Plantas irrigadas com água de abastecimento com 100% NPK; Tes. 2 – Plantas irrigadas com água residuária com 100% NPK

5.2.12. Diâmetro interno e externo do capítulo (DI e DE) e número de pétalas (NP)

Através da análise de variância (TABELA 29) verificou-se que não houve efeito significativo da água de irrigação sobre o número de pétalas no capítulo (NP), o diâmetro interno do capítulo (DI) e o diâmetro externo do capítulo (DE) em função da água de irrigação e da adubação orgânica nos dois ciclos estudados.

Mesmo não tendo efeito significativo, as médias dos tipos de água irrigadas para o Número de pétalas (NP), a água residuária obteve um melhor comportamento do que com a água de abastecimento com 30,15 de pétalas. Mesma observação ocorreu para o diâmetro interno (DI) e o diâmetro externo (DE), onde a água residuária obteve 12,32 e 20,40 cm, respectivamente.

Observou-se também não haver efeito significativo na interação entre os tratamentos (TABELA 29) para nenhuma variável estudada, o que indica independência dos fatores (tipo de água para irrigação e doses de adubação orgânica). Galbiatti *et al.* (2007) estudando os efeitos de adubação e qualidade de água de irrigação na cultura do alface, observaram que não houveram interações significativas entre os fatores.

Os resultados encontrados neste estudo foram diferentes ao dos autores Andrade *et al.* (2012b), onde estudando a qualidade de flores de girassóis ornamentais irrigados com águas residuária e de abastecimento, obtiveram efeito significativos para as variáveis do NP, DI e DE.

Medeiros *et al.* (2007) não observaram diferença significativa entre médias para a variável de diâmetro de capítulo entre as qualidades de água utilizadas no experimento com gérbas, sendo resultados semelhantes ao encontrado nesse experimento, pois todas as variáveis não sofreram efeito significativos para tipo de água.

Nos contrastes analisados não houve efeitos significativos nos dois ciclos estudados para o Número de pétalas (NP), diâmetro interno (DI) e o diâmetro externo (DE).

Tabela 29. Anova e médias do número de pétalas (NP), diâmetro interno (DI) e diâmetro externo (DE) do capítulo do girassol, em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios | | | | | | |
|------------------------------------|------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | 1º Ciclo | | | | 2º Ciclo | | |
| | GL | NP | DI (cm) | DE (cm) | NP | DI (cm) | DE (cm) |
| Água (A) | 1 | 11,025 ^{ns} | 31,844 ^{ns} | 5,366 ^{ns} | 2,025 ^{ns} | 0,100 ^{ns} | 0,552 ^{ns} |
| Ad. Org (O) | 3 | 53,025 ^{ns} | 14,654 ^{ns} | 11,471 ^{ns} | 22,958 ^{ns} | 1,467 ^{ns} | 1,705 ^{ns} |
| Interação AxO | 3 | 50,025 ^{ns} | 1,692 ^{ns} | 6,179 ^{ns} | 9,692 ^{ns} | 0,900 ^{ns} | 1,384 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Tes. 2 | 1 | 40,000 ^{ns} | 0,036 ^{ns} | 2,756 ^{ns} | 28,900 ^{ns} | 1,225 ^{ns} | 1,211 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Fatorial | 1 | 158,669 ^{ns} | 5,578 ^{ns} | 3,491 ^{ns} | 15,625 ^{ns} | 0,245 ^{ns} | 0,245 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Fatorial | 1 | 17,336 ^{ns} | 4,447 ^{ns} | 16,662 ^{ns} | 10,336 ^{ns} | 3,885 ^{ns} | 3,852 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Dose 2 | 1 | 280,900 ^{ns} | 1,190 ^{ns} | 1,296 ^{ns} | 0,900 ^{ns} | 0,625 ^{ns} | 0,625 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Dose 2 | 1 | 16,900 ^{ns} | 4,032 ^{ns} | 5,852 ^{ns} | 36,100 ^{ns} | 0,841 ^{ns} | 0,829 ^{ns} |
| Resíduo | 28 | 25,100 | 7,962 | 6,712 | 9,438 | 0,788 | 0,850 ^{ns} |
| CV % | - | 16,91 | 24,69 | 12,94 | 8,24 | 10,69 | 5,68 |
| Tipo de Água | | | | Média | | | |
| Abastecimento | | 29,10 | 10,54 | 19,66 | 37,50 | 8,35 | 16,36 |
| Residuária | | 30,15 | 12,32 | 20,40 | 37,05 | 8,25 | 16,12 |
| Doses de Adub. Orgânica (%) | | | | | | | |
| 7,5 | | 28,90 | 10,37 | 19,28 | 37,30 | 8,00 | 15,84 |
| 10,0 | | 27,00 | 10,66 | 19,02 | 35,50 | 8,80 | 16,79 |
| 12,5 | | 30,10 | 13,04 | 21,30 | 37,10 | 8,00 | 16,03 |
| 15,0 | | 32,50 | 11,67 | 20,50 | 39,20 | 8,40 | 16,31 |
| Tes. 1 | | 35,60 | 10,31 | 19,14 | 35,40 | 8,60 | 16,42 |
| Tes. 2 | | 31,60 | 10,43 | 18,09 | 38,80 | 9,40 | 17,18 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo; Tes. 1 – Plantas irrigadas com água de abastecimento com 100% NPK; Tes. 2 – Plantas irrigadas com água residuária com 100% NPK

5.2.13. Peso de aquênios (PA), números total de aquênios (NA), peso de 100 aquênios (P100A), número de aquênios viáveis (NAV) e número de aquênios não viáveis (NANV)

No resumo da análise de variância (TABELA 30), verificou-se que não houve efeito significativo entre o do Peso de aquênios (PA), números total de aquênios (NA), peso de 100 aquênios (P100A), número de aquênios viáveis (NAV) e número de aquênios não viáveis (NANV) em função da água de irrigação e da adubação orgânica, nem a interação entre elas. Com relação às doses de adubação orgânica utilizadas, verificou a influência do uso de água de abastecimento nas variáveis analisadas no primeiro ciclo.

Seguindo o mesmo raciocínio do primeiro ciclo, não houve efeito significativo para as variáveis estudadas para as plantas irrigadas com água de abastecimento e

residuária em função da adubação orgânica. De acordo com as médias apresentadas na Tabela 74 com relação ao peso de 100 aquênios, observou-se que o peso máximo de 100 aquênios alcançado foi de 5,10 g para a dose de 15% e o mínimo de 4,10 g para a dose 10%. Com relação à massa de 100 aquênios Biscaro *et al.* (2008) obtiveram o peso máximo alcançado de 7,19 g para a massa de 100 aquênios, valor muito próximo ao alcançado no presente estudo.

Conforme Oliveira (2009), elevados teores de esterco podem proporcionar desbalanço nutricional no solo e, em consequência, redução no desenvolvimento e produção final da cultura.

Nos contrastes realizados não houve efeito significativo entre as águas estudadas nos dois ciclos, exceto para o NANV no segundo ciclo. Para a diferença entre as testemunhas com as demais doses e para a diferença entre os tipos de adubação verificou que houve efeito significativo só para a variável NANV no segundo ciclo.

Tabela 30. Anova e médias do Peso de aquênios (PA), números total de aquênios (NA), peso de 100 aquênios (P100A), número de aquênios viáveis (NAV) e número de aquênios não viáveis (NANV), em função da água de irrigação e da adubação orgânica para os dois ciclos consecutivos.

| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----|-----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 1º Ciclo | | | | | 2º Ciclo | | | | |
| | | PA# | NA## | P100A# | NAV# | NANV# | PA# | NA# | P100A# | NAV# | NANV# |
| Água (A) | 1 | 1,876 ^{ns} | 0,147 ^{ns} | 0,087 ^{ns} | 68,173 ^{ns} | 60,387 ^{ns} | 2,771 ^{ns} | 104,356 ^{ns} | 0,663 ^{ns} | 112,406 ^{ns} | 0,331 ^{ns} |
| Ad. Org (O) | 3 | 1,751 ^{ns} | 0,556 ^{ns} | 0,216 ^{ns} | 17,446 ^{ns} | 22,819 ^{ns} | 0,355 ^{ns} | 23,499 ^{ns} | 0,0978 ^{ns} | 3,979 ^{ns} | 66,553* |
| Interação AxO | 3 | 1,311 ^{ns} | 0,085 ^{ns} | 0,418 ^{ns} | 72,478 ^{ns} | 69,472 ^{ns} | 1,121 ^{ns} | 10,574 ^{ns} | 0,244 ^{ns} | 14,056 ^{ns} | 7,462 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Tes. 2 | 1 | 455,085 ^{ns} | 111091,600 ^{ns} | 1,747 ^{ns} | 142563,600 ^{ns} | 1960,000 ^{ns} | 2,683 ^{ns} | 9060,100 ^{ns} | 2,841 ^{ns} | 33640,000 ^{ns} | 77616,100** |
| Tes. 1 vc Fatorial | 1 | 158,086 ^{ns} | 17794,336 ^{ns} | 1,650 ^{ns} | 10059,469 ^{ns} | 1095,511 ^{ns} | 10,340 ^{ns} | 38709,136 ^{ns} | 3,505 ^{ns} | 42575,625 ^{ns} | 162477,511** |
| Tes. 2 vc Fatorial | 1 | 251,870 ^{ns} | 96727,225 ^{ns} | 0,228 ^{ns} | 162520,003 ^{ns} | 8487,511 ^{ns} | 1,064 ^{ns} | 4876,736 ^{ns} | 0,141 ^{ns} | 1460,069 ^{ns} | 1000,000 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Dose 2 | 1 | 353,668 ^{ns} | 39816,100 ^{ns} | 3,733 ^{ns} | 12250,000 ^{ns} | 7896,100 ^{ns} | 6,642 ^{ns} | 40322,000 ^{ns} | 0,050 ^{ns} | 35880,100 ^{ns} | 152275,600** |
| Tes. 2 vc Dose 2 | 1 | 29,929 ^{ns} | 102,400 ^{ns} | 3,754 ^{ns} | 47472,100 ^{ns} | 43164,900 ^{ns} | 56,027 ^{ns} | 61308,990 ^{ns} | 0,853 ^{ns} | 18232,900 ^{ns} | 12673,600 ^{ns} |
| Resíduo | 28 | 2,534 | 0,352 | 0,363 | 58,503 | 55,189 | 0,743 | 31,703 | 0,176 | 28,434 | 15,570 |
| CV % | - | 25,46 | 22,93 | 20,39 | 35,54 | 37,53 | 21,35 | 30,37 | 18,01 | 32,56 | 30,04 |
| Tipo de Água | | | | | | | | | | | |
| Abastecimento | | 43,03 | 627,25 | 8,35 | 438,30 | 188,95 | 17,60 | 415,35 | 5,10 | 338,90 | 76,45 |
| Residuária | | 37,78 | 504,20 | 7,80 | 348,15 | 156,05 | 14,55 | 331,20 | 4,15 | 249,25 | 81,95 |
| Doses de Ad. Orgânico (%) | | | | | | | | | | | |
| 7,5 | | 38,61 | 598,10 | 7,00 | 405,20 | 192,90 | 15,50 | 425,90 | 4,60 | 301,50 | 124,40 |
| 10,0 | | 35,41 | 463,70 | 8,30 | 355,30 | 108,40 | 15,60 | 294,70 | 4,70 | 271,40 | 23,30 |
| 12,5 | | 44,70 | 584,80 | 8,70 | 383,40 | 201,40 | 15,40 | 398,40 | 4,10 | 300,60 | 97,80 |
| 15,0 | | 42,91 | 616,30 | 8,30 | 429,00 | 187,30 | 17,80 | 374,10 | 5,10 | 302,80 | 71,30 |
| Tes. 1 | | 46,37 | 629,00 | 8,80 | 440,80 | 188,20 | 17,60 | 466,60 | 5,40 | 196,20 | 270,40 |
| Tes. 2 | | 32,88 | 418,20 | 7,80 | 202,00 | 216,20 | 16,80 | 406,40 | 4,40 | 312,20 | 94,20 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo; * = significativo a 0,05 de probabilidade; ** = significativo a 0,01 de probabilidade; #Dados transformados em $\sqrt{x+1}$; ## Dados transformados em Log x, Tes. 1 – Plantas irrigadas com água de abastecimento com 100% NPK; Tes. 2 – Plantas irrigadas com água residuária com 100% NPK

5.2.14. Consumo de água (CAP)

De acordo com a análise de variância, houve efeito significativo do consumo da água pela planta (CAP) para o fator adubação orgânica no segundo ciclo (TABELA 31). Verificou ainda que não houve efeito significativo para o fator de água e nem para a interação água e dosagens de adubação orgânica nos dois ciclos. Repara-se que as médias das plantas irrigadas com água residuária foram superiores as plantas irrigadas com água de abastecimento com 1,97 e 3,85%, referente aos dois ciclos, respectivamente.

Nos contrastes realizados não houve efeito significativo entre as águas estudadas nos dois ciclos. Para a diferença entre as testemunhas com as demais doses e para a diferença entre os tipos de adubação verificou também não houve efeito significativo.

Tabela 31. Anova e médias do consumo da água pela planta, em função da água de irrigação e da adubação orgânica nos dois ciclos avaliados.

| Fonte de Variação | Quadrados Médios | | |
|------------------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|
| | GL | 1º ciclo | 2º ciclo |
| | | CAP | |
| Água (A) | 1 | 45001,735 ^{ns} | 110250,003 ^{ns} |
| Ad. Org (O) | 3 | 886237,294 ^{ns} | 1410113,339 [*] |
| Interação AxO | 3 | 172577,848 ^{ns} | 171591,481 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Tes. 2 | 1 | 56250,000 ^{ns} | 64534,447 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Fatorial | 1 | 38474,453 ^{ns} | 16537,776 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Fatorial | 1 | 262530,009 ^{ns} | 218382,718 ^{ns} |
| Tes. 1 vc Dose 2 | 1 | 547560,000 ^{ns} | 492840,000 ^{ns} |
| Tes. 2 vc Dose 2 | 1 | 513777,779 ^{ns} | 344721,112 ^{ns} |
| Resíduo | 28 | 239072,466 | 200569,305 |
| CV % | - | 14,51 | 16,77 |
| Tipo de Água | | Médias | |
| Abastecimento | | 3336,75 | 2618,50 |
| Residuária | | 3403,83 | 2723,50 |
| Doses de Adub. Orgânica (%) | | | |
| 7,5 | | 3068,49 | 2313,00c |
| 10,0 | | 3077,67 | 2404,67bc |
| 12,5 | | 3524,50 | 2862,67ab |
| 15,0 | | 3710,50 | 3103,67a |
| Tes. 1 | | 3463,33 | 2732,00 |
| Tes. 2 | | 3613,33 | 2892,67 |

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo; ^{*} = significativo a 0,05 de probabilidade; Tes. 1 – Plantas irrigadas com água de abastecimento com 100% NPK; Tes. 2 – Plantas irrigadas com água residuária com 100% NPK.

6. CONCLUSÕES

Diante das condições experimentais e pelos resultados obtidos durante o trabalho, conclui-se que:

A água residuária demonstrou-se eficaz para a irrigação do girassol com adubações inorgânicas, ao promover acréscimos consideráveis em relação à água de abastecimento.

Nenhuma das variáveis estudadas sofreu significância para as doses de adubação inorgânica, exceto para os 30 DAP do número de folhas no 2º ciclo.

A maioria das variáveis de produção do girassol apresentaram superiores quando se utilizou irrigação com da água residuária em relação à água de abastecimento.

A irrigação com água residuária promoveu as boas alturas e número de folhas do girassol, porém nenhuma das variáveis de crescimento de fitomassas mostrou significância para as doses de adubação inorgânica estudada.

Com relação à média do diâmetro interno e externo do capítulo do girassol avaliado, no experimento com adubação inorgânica os resultados mostraram a superioridade da água residuária se comparada à água de abastecimento.

No que diz respeito à adubação orgânica, em virtude de não ter ocorrido diferença significativa na maioria das variáveis analisadas, entre o uso da água residuária e de abastecimento como fontes de irrigação, recomenda-se o uso da água de qualidade inferior.

O uso de água residuária na irrigação proporcionou maior crescimento para variáveis estudadas em relação à água de abastecimento. E a dosagem que obteve melhores resultados foi o esterco bovino na dosagem de 12,5%.

As plantas de girassol apresentaram excelentes resultados para variáveis de produção com água de abastecimento para adubação orgânica, com exceção a variável número de aquênios não viáveis.

As variáveis de fitomassas avaliadas em função da água de irrigação e da adubação orgânica sofreram influência positiva da aplicação das águas residuárias nas plantas com resultados superiores a água de abastecimento.

As plantas de girassol irrigadas com água residuária apresentam maiores diâmetros interno e externo do capítulo, demonstrando a superioridade da água residuária em relação às cultivadas sob irrigação com água de abastecimento, com exceção o número de pétalas para adubação orgânica.

7. RECOMENDAÇÕES

Com o aumento da demanda de água e redução da oferta, gerando sua escassez e consequentemente a falta de alimentos, o reuso de água para irrigação surge como uma possível solução para a racionalização desse bem. Como a cultura do girassol mostrou-se tolerante às águas residuárias utilizadas neste experimento, já que elas proporcionaram resultados melhores ou semelhantes à água de abastecimento para a maioria das variáveis estudadas. Pode-se dizer que o uso da água residuária pode potencializar o cultivo do girassol, contribuindo dessa forma na redução das pressões pelo uso de água de qualidade, além de contribuir para a preservação do meio ambiente e para a reciclagem de nutrientes.

Além do uso de água residuária pode-se também dizer que o uso, por parte do pequeno agricultor, de esterco bovino na cultura do girassol pode reduzir os custos de produção com adubos químicos, principalmente se houver disponibilidade de tal material orgânico na própria propriedade.

Como a adubação orgânica obteve valores próximos aos valores obtidos pela adubação inorgânica, a adubação orgânica poderia substituí-la, também porque o esterco bovino, por exemplo, está mais facilmente disponível para os pequenos produtores das regiões semiáridas e também é economicamente mais viável. Deste modo a adoção da dose de 12,5% de esterco bovino curtido pode ser recomendada, pois apresentou os melhores resultados nos períodos avaliados nos experimentos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, O.C.; ABRAMIDES, P. Técnica de cultura da amoreira *Morus alba* L. Campinas: CATI, 1976. 24p. (**Boletim Técnico**, 2).

AGRIANUAL – **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP consultoria e comércio, 2005. 520p

ALBINATI, R.C.B.; ALBINATI, A.C.L.; MEDEIROS Y.D. **Utilização de águas desprezadas para a produção de alimentos no semiárido**. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Curitiba. **Anais...** Curitiba, PB, 2003. p.1-17.

ALVES, P.L. Folhas do girassol podem ser usadas na inibição do crescimento de plantas daninhas. **Net**. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br>> . Acessado em: 03 de janeiro de 2008.

ALVES, W.W.A.; AZEVEDO, C.A.V.; DANTAS NETO, J. ; LIMA, V.L.A. Área foliar do algodoeiro irrigado com água residuária adubado com nitrogênio e fósforo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.4, n. 1, p. 41 - 46, 2009a.

ALVES, W.W.A.; AZEVEDO, C.A.V.; DANTAS NETO, J. ; SOUSA, J.T.; LIMA, V.L.A. Águas residuárias e nitrogênio: efeito na cultura do algodão marrom. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.4, p. 16-23, 2009b.

ANDRADE, L.O. Produção agroecológica de flores de girassol colorido irrigada com água residuária tratada. 2011, 251p. (**Tese de doutorado**) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, 2011.

ANDRADE, L.O.; GHEYI, H.R.; NOBRE. G.R.; DIAS, N.S.; NASCIMENTO, E.C.S.. Crescimento de girassóis ornamental em sistema de produção orgânica e irrigada com água residuária tratada. **Revista Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p. 69-82. 2012a.

ANDRADE, L.O.; GHEYI, H.R.; NOBRE, R.N.; DIAS, N.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. 2012b.

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

AUGUSTO, D.C.C.; GUERRINI, I.A.; ENGEL, V.L.; ROUSSEAU, G.X. Utilização de águas residuárias de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de *Croton floribundus* Spreng. (capixingui) e *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba). **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.335- 342, 2003

BARROS V.S.; COSTA, R.N.T.; AGUIAR, J.V.. Função de produção da cultura do melão para níveis de água e adubação nitrogenada no Vale do Curu - CE. **Irriga, Botucatu**, v.7, p.98-105, 2002.

BASTOS, R.K.X.; BEVILACQUA, P.D.; KELLER, R. **Organismos patogênicos e efeitos na saúde humana**. In: Desinfecção de efluentes sanitários. PROSAB 3. Rio de Janeiro: ABES. p.27-88, 2003.

BEEKMAN, G.B. **Water conservation, recycling and reuse**. In: BISWAS, A. K., International Journal of Water Resources Development. Oxfordshire: Carfax, 1998. vol. 14, p. 353-364.

BERNARDI, C.C. **Reúso de água para irrigação**. Brasília, DF: ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL, 2003, 52p.

BISCARO G.A.; MACHADO, J.R.; TOSTA, M.S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L.A. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS, **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1366-1373, 2008.

BLAMEY, F.P.C.; EDWARDS, D.G.; ASHER, C.J. **Nutritional disorders of sunflower**. Brisbane: University of Queensland, 1987. 72p.

BONACIN, G.A. Crescimento de plantas, produção e características das sementes de girassol em função de doses de boro. 160p (**Tese Doutorado**) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

BOSCO, T.C.D.; Poluição difusa decorrente da aplicação de água residuária da suinocultura em solo cultivado com soja sob condições de chuva simulada 2007. 128p. (**dissertação de mestrado**) UEOP, Cascavel-PR. 2007

BOUWER, H. Integrated water management: emerging issues and challenges. **Agricultural Water Management**, Philadelphia – USA, v.45, n.3, p.217-28, 2000.

BRANDÃO, L.P.; MOTA, S.; MAIA, L.F. **Perspectivas do Uso de Efluentes de Lagoas de Estabilização em Irrigação**. In: Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 6, 2002, Vitória, ES. Anais SIBESA. Rio de Janeiro: ABES, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução N°54, de 28 de novembro de 2005**. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável da água. Brasília, DF, 2005a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N°357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005b.

BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P.C.S. Conceito de reuso de água. In: MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. (ed). **Reuso de água**. Barueri: Manole, 2003. p. 21-36.

BRITO, K.S.A. de; NASCIMENTO, E.C.S.; COSTA, F.A.M. da; ANDRADE, L.O. de; LIMA, V.L.A. de. **Cultivo de mudas de girassol ornamental em diferentes substratos sob irrigação com água residuária**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 5.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 2.; FÓRUM CAPIXABA DE PINHÃO-MANSO, 1., 2012, Guarapari. Desafios e Oportunidades: Anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2012

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

CARVALHO, B.C.L.; OLIVEIRA, E.A.S.; LIMA, F.J. **Girassol: recomendações técnicas para o cultivo e utilização do girassol no Estado da Bahia**. Salvador: Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola, 2007. 53p.

CASTRO, C.; FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do girassol. In : LEITE, R.M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 163-218.

CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A. Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R. M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. eds. **Girassol no Brasil**. Londrina, Embrapa Soja, 2005, p.317-374.

CAVALCANTI, M.L.F.; BARROS JÚNIOR, B.; CARNEIRO, P.T.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; CAVALCANTI, R.S. Crescimento inicial da mamoneira submetido à salinidade da água de irrigação. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v.04, n.01, p.1-8, 2004.

CARVALHO, J.C.R.; SOUSA C.S.; SOUSA C.S. Fertilizantes E Fertilização. **Net**. Disponível em: <<http://www.ifbaiano.edu.br/...fertilizantes-e-fertilizacao.pdf>>. Acesso: 01 de janeiro de 2012.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CERQUEIRA, L.L.; FADIGA, F.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**, Campina Grande, v.12, n.6, p.606–613, 2008.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos - A teoria da trofobiose**. Porto Alegre: Editora LPM, 1980. 253p.

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna. 1982, p.368.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Net**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?...conteudos=2#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 26 de maio de 2011.

CONTIBRASIL. Girassol. **Manual do Produtor**. Sementes Contibrasil Ltda, SP. 1981. 30p.

CORRÊA JÚNIOR, C.; MING, L.C.; SCHEFFER, M.C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. 2 Ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 162 p.

COSTA, F.E.; DINIZ, K.C.A.; SANTOS, P.A.; SILVA, N.R.M.; ALVES, G.M.R.; SOARES, C.S. **Desenvolvimento do girassol sob adubação nitrogenada**. In: Congresso Brasileiro de Mamona e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1, 2010, João Pessoa, PB. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão. p.600-604.

COSTA, F.X; LIMA, V.L.A.; BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, C.A.V.; SOARES, F.A.L.; ALVA, I.D.M. Efeitos residuais da aplicação de biossólidos e da irrigação com água residuária no crescimento do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.6, p.687-693, 2009.

COSTA, L.A.M. Adubação orgânica na cultura do milho: parâmetros fitométricos e químicos. Botucatu, 2005, 121p. (**Tese de Doutorado**). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

DALL'AGNOL, A.; VIEIRA, O.V.; LEITE, R.M.V.B.C. Origem e histórico do girassol. In: LEITE, R.M.V.B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: CNPSO, p.1-12, 2005.

DAMASCENO, L.M.O., ANDRADE JÚNIOR, A.S., GHEYI, H.R., RIBEIRO, V.Q., DIAS, N.S. Cultivation of gerbera irrigated with treated domestic effluents. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.14, n.6, p.582–588, 2010.

DANTAS, D.C.; SILVA, E.F.F.E.; MELO, R.F.; MEDEIROS, P.R.F. **Aspectos de desenvolvimento e produtivo do girassol irrigado com água de efluente doméstico**. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011, Maceió. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011.

DINIZ, B.L.T. Comparação entre a adubação química e orgânica na cultura de gergelim em condições de sequeiro no nordeste brasileiro. 2004, 94p. (**Dissertação do mestrado**)– Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2004.

EBAH. Site de informações **Net.** Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content...adubacao-organica-esterco-curado>>. Acesso em: 26 de agosto de 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises do solo**. 2 Ed. Rio de Janeiro. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. 1997. 212p.

EMBRAPA SOJA. **Net.** Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=54&cod_pai=38>. Acesso: 17 de setembro de 2009.

FAGUNDES, J.D.; SANTIAGO, G.; MELLO, A.M.; BELLÉ, R.A.; STRECK, N.A. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.04, p. 987-993, 2007.

FAGUNDES, M.H. Sementes de girassol: Alguns comentários. **Net.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso: 5 de outubro de 2002.

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations. Crop water management Sunflower. **Net.** Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agl/aglw/cropwater/sunflower.stm>>. Acesso: 11 de Janeiro de 2004.

FAO, Food and Agriculture Organization of United Nations. **Net.** Disponível em <<http://www.faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>, Acesso: 26 de maio de 2011.

FELIZATTO, M.R. **ETE CAGIF: Projeto integrado de tratamento avançado e reúso direto de águas residuárias**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... João Pessoa, 2001. CD-ROM.

FERNANDES, P.D. **Análise de crescimento e desenvolvimento vegetal**. Campina Grande: Departamento de Engenharia Agrícola, UFPB, 2002, 52 p.

FERREIRA, D.F. **Programa Sisvar versão 5.1. – programa de análises estatísticas**. Lavras: DEX/UFLA, 2008.

FILGUEIRA, F.A.R. Manual de olericultura: Cultura e comercialização de hortaliças. 2ª ed. São Paulo, **Agrônoma Ceres**, Viçosa, 1982, 385p.

FLORES, P.; CARVAJAL, M.; CERDA, A.; MARTINEZ, V. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.24, n.10, p.1561-1573, 2001.

FONSECA, A.S.; FONSECA, T.C. **Cultura da amoreira e criação do bicho-da-seda**. São Paulo: Nobel, 1988. 246p.

FREIER, D.F.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M.. Efeitos da aplicação de biossólido no crescimento inicial de *Eucalyptus citriodora* hook. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.5, n.2, p.102-107, 2006.

FRIES, M.R.; AITA, C. Aplicação de esterco bovino e efluente de biodigestor em um solo podzólico vermelho-amarelo: efeito sobre a produção de matéria seca e absorção de nitrogênio pela cultura do sorgo. **Revista Centro de Ciências Rurais**, Cascavel, v.20, n.1-2, p.137- 145, 1990.

GALBIATTI, J.A.; CALVALCANTE, I.H.L.; RIBEIRO, A.G.; BECKMANN, M.Z. Fertilização e qualidade da água de irrigação no crescimento e desenvolvimento da alface. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 181-188, 2007.

GALVÃO, S.R.; SALCEDO, I.H.; OLIVEIRA, F.F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.01, p.99-105, 2008.

GAZZOLA, A.; FERREIRA JR, C.T.G.; CUNHA, D.A.; BORTOLINI, E.; PAIAO, G.D.; PRIMIANO, I.V.; PESTANA, J.; D'ANDRÉA, M.S.C.; OLIVEIRA, M.S. **A Cultura do Girassol**. Departamento de Produção Vegetal. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP. 2012. 69p.

GOMES, J.A.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, A.L.; VIDIGAL FILHO, P. S.; SAGRILO, E; MORA, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho- Amarelo. **Acta Scientiarum, Agronomy**, Maringá, v.27, n.3, p.521-529, 2005.

GOOGLE EARTH-MAPAS. **Net**. Disponível em: <<http://mapas.google.com>>. Acesso: 08 de Fevereiro de 2013.

GUEDES FILHO, D.H.; CHAVES, L.H.G.; CAMPOS, V.B.; SANTOS JÚNIOR, J.A.; OLIVEIRA, J.T.L. Production of sunflower and biomass depending on available soil water and nitrogen levels. **Iranica Journal of Energy & Environment**, v.2, n.4, p.313-319, 2011.

GUIDOLIN, J.C. **Reúso de efluentes**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente, 2006. s.p.

HARUVY, N. Wastewater reuse – regional and economic considerations. **Resources, Conservation and Recycling**, v.23, p.57-66, 1998.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.7, n. 4, p.75-95, 2002.

HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYIOGWOM, U.B.; MANÉ-BIELFELDT, A. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agric. Ecosys. Environ.**, p.263-275, 2001.

HUSSAR, G.J.; PARALELA, A.L.; BASTOS, M.C.; REIS, T.K.B.; JONAS, T.C.; SERRA, W.; GOMES, J.P. Efeito do uso do efluente de reator anaeróbio compartimentado na fertirrigação da beterraba. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.2, n.1, p.35-45, 2005.

IBRAFLOR – Instituto Brasileiro de Floricultura. **Plano estratégico para as exportações de flores e plantas ornamentais do Brasil** – Relatório final. Janeiro. 2005.

INGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: **Adubação verde no Brasil**, Campinas - SP: CARGILL, 1984. p. 232-267.

JANDEL SCIENTIFIC. 1991. Table curve: curve fitting software. Corte Madera, CA: **Jandel Scientific**. 280p

LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M.A.; RUIZ, H.A.; PRISCO, J.T. Solute accumulation and distributions during shoot and development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental of Botany**, v.49, n.1, p.107-120, 2003.

LEITE, R.M.V.B.C. Doenças do girassol. Londrina, EMBRAPA: CNPSo, 1997. p.68. (**Circular Técnica, 19**).

LEITE, R.M.V.B.C.; CASTRO, C.; BRIGHENTI, A.M.; OLIVEIRA, F.A.; CARVALHO, C.G.P.; 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. Londrina, PR. 2007. 4p.(**Comunicado Técnico, 78**)

LÉON S.G., CAVALLINI, J.M. **Tratamento e uso de águas residuárias**. Tradução de GHEYI H. R., KÖNIG A., CEBALLOS B.S.O., DAMASCENO F.A.V.. Campinas Grande: UFPB, 1999. 110p.

LIMA, A.B.B. Pós-tratamento de efluente de reator anaeróbio em sistema sequencial constituído de ozonização em processo biológico aeróbio. 2006, 99p. (**Dissertação de Mestrado**). Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 2006.

LINHARES, A.C.M.; OLIVEIRA, D.F.S.; ALBUQUERQUE, L.S., COSTA, F.X., BELTRÃO, N.E.M. **Diferentes fontes de adubação e seus efeitos no crescimento inicial do girassol**. Congresso Brasileiro de Mamona, 5 ; Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 2 & I Fórum Capixaba de Pinhão Manso, 2012, Guarapari. Desafios e Oportunidades: Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2012. p. 79.

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

LOBO, T.F.; GRASSI FILHO, H.; SÁ, R.O.; BARBOSA, L. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do girassol avaliando os parâmetros de produtividade e qualidade de óleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 3., Varginha/MG, 2006. Anais. Lavras: UFLA, 2006. **Net**. Disponível em: <http://oleo.ufla.br/anais_03/artigos/a06_068.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2010.

LOPEZA, A.; POLLICEA, A.; LONIGROB, A.; MASIC, S.; PALESED, A.M.; CIRELLIE, G.L.; TOSCANOE, A.; PASSINOA, R. Agricultural wastewater reuse in southern Italy. **Desalination**, L'Aquila, v.187, p.323-334, 2006.

LOUÉ, A. **Oligoéléments en agricultures**. Antibes: SCPA-NATHAN, 1993. 577p

LUCAS FILHO, M.; NETO, C.O.A.; MELO, H.N.S.; PEREIRA, M.G. Evolução do processo de disposição de esgoto tratado através do escoamento sub-superficial em solo preparado com cobertura vegetal. In: **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**. Coletânea de trabalhos técnicos – v.2. Projeto PROSAB/FINEP – Rio de Janeiro, 2001.

LUCAS FILHO, M.; PEREIRA, M.G.; SILVA, D.A.; NETO, C.O.A.; MELO, H.N.S.; SILVA, G.B. **Águas residuárias – Alternativa de reúso na cultura de girassol (*Helianthus annuus* L.)**. In: Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 6, 2002, Vitória, ES. Anais SIBESA. Rio de Janeiro : ABES, 2002.

LUCENA, A.M.A; GUERRA, H.O.C.; CHAVES, L.H.G.; COSTA, F.X.. Influência da natureza do substrato e da água de irrigação no crescimento de mudas de Flamboyant (*Delonix Regia*). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 112-120, 2007

MADWAL, K.; TARAZI, H. Desalination techniques for industrial wastewater reuse. **Journal of Desalination**, v.152, p.325-332, 2002.

MAIA, C.E.; CANTARUTTI, R.B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral contínua na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, p.39-44, 2004.

MALAVOLTA, E.; ROMERO, J.P. **Manual de Adubação**. 2Ed. São Paulo: ANDA, 1975. 338p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.Ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

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

MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. **Reúso de água**. São Paulo: Editora Manole, 2003. 576p.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal**. Viçosa: UFV, 2005, 451p.

MARIN, A.M.P; MENEZES, R.S.C.; SALCEDO, I.H. Produtividade de milho solteiro ou em aléias de gliricídia adubado com duas fontes orgânicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.5, p.669- 677, 2007.

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

MELLO, R.; NOMBERG, J.L.; ROCHA, M.G. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n.1, p.87-95, 2004.

MELO, R.F.; BRITO, L.T.L.; PEREIRA, L.A.; ANJOS, J.B. Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v.4, n.2, p. 1264-1267, 2009.

MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B. **Simulação dos fluxos e balanços de fósforo em uma unidade de produção agrícola familiar no Semi-árido paraibano**. In: SILVEIRA, L.M.; PETERSEN, P.; SABOURIN, E. (ed.). Agricultura familiar e agroecologia no Semi-árido: avanços a partir do Agreste da Paraíba, 2002, cap.8. p.249-260.

MENEZES, R.S.C; SALCEDO, I.H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.4, p.361-367, 2007.

METCALF & EDDY INC. **Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse**. 40ed. New York: Mc. Graw-Hill, 2003. 1819p.

MOREIRA, T. Lá vem o sol. **Net**. Disponível em: <<http://www.revistaencontro.com.br>>. Acesso: 01 de dezembro de 2007.

MOUSINHO, F.E.P.; COSTA, R.N.T.; SOUZA, F.; GOMES FILHO, R.R. Função de resposta da melancia à aplicação de água e nitrogênio para as condições edafoclimáticas de Fortaleza, CE. **Irriga**, Botucatu, v.8, n.3, p.264–272, 2003.

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. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.23, n.1, p.58-60, 2008.

NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; ANDRADE, L.O.; SOARES, F.A.L.; NASCIMENTO, E.C.S. Crescimento do girassol irrigado com água residuária e adubação orgânica. **Revista DAE**, Campinas, v.3, n.4, p.50-60, 2009.

NORONHA, M.A.S. Níveis de água disponível e doses de esterco bovino sobre o rendimento e qualidade do feijão-vagem. 2000. 76p. (**Dissertação Mestrado**). Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2000.

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.L. Efeito do estresse hídrico sobre características da cultura do pimentão, (*Capsicum annuum*, L.). 1995. 86p. (**Dissertação de Mestrado**). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB. 1995.

OLIVEIRA, M.F.; CASTIGLIONI, V.B.R **Girassol colorido para o Brasil**. Londrina, PR EMBRAPA - CNPSO, dez/2003 (EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Folder).

OLIVEIRA, M.K.T.; OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; LIMA, C.J.G.; GUIMARÃES, I.P. Efeito de diferentes teores de esterco bovino e níveis de salinidade no crescimento inicial da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.1, n.01, p.47-53, 2006.

OLIVEIRA, S.J.C. Componentes de crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função da poda e adubação química. 2009. 126 p. (**Tese de Doutorado**). UFPB. Areia. 2009.

PASCALE, N.C.; DE LA FUENTE, E. Generalidades. In: AMARO, E. (cord.). Produccion de girasol. Buenos Aires: Asociacion Argentina de Consorcios Regionales de Experimentacion Agricola, p.7-16, 1994. (**Cuadernos de Actualización Técnica, n.40**).

PATELI, P.; PAPAFOU, M.; CHRONOPOULOS, J. Comparative effects of four plant growth retardants on growth of *Epidendrum radicans*. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Coventry, v.79, n.2, p.303-307, 2004.

PAULETTI, V. BARCELLOS, M.; MOTTA, A.C.V.; SERRAT, B. M.; SANTOS, I.R. Produtividade de culturas sob diferentes doses de esterco líquido de gado de leite e de adubo mineral. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.2, p.199-205, 2008.

PECTU, E.; ARSINTESCU, A.; STANCIU, D. The effect of hydric stress on some characteristics of sunflower plants. **Romanian Agricultural Research**, v. 16, p. 15-22, 2001.

PEDROSA, M.W.; BARBOSA, J.G.; MARTINEZ, H.P.; CARDOSO, A.A. Avaliação do crescimento de *Gypsophila paniculata* L. em hidropônica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.7, n.1, p.49-56, 2001.

PELEGRINI, B. **Girassol: uma planta solar que das Américas conquistou o mundo**. São Paulo: Ícone, 1985. 117p.

PESCOD, M.B. Wastewater treatment and use in agriculture. Rome: FAO, 1992. 125 p. (**Irrigation and Drainage Paper, 47**).

PRADO, R.M.; LEAL, R.M. Desordens nutricionais por deficiência em girassol var. Catissol 01. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, n.3, p.187-193, 2006.

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

ROCHA, F.A.; SILVA, J.O.; BARROS, F.M.; Reuso de águas residuárias na agricultura: a experiência israelense e brasileira, **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.11, 2010.

RICHARDS, L.A. (ed.). **Diagnoses and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

RODRIGUES, R.S. As dimensões legais e institucionais do reúso de água no Brasil: proposta de regulamentações do reúso no Brasil. 2005, 177p. (**Dissertação de Mestrado**) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ROSSI, C.Q.; POLIDORO, J.C. Ciclos dos Nutrientes e sua Relação com a Nutrição de Plantas. IN: TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena. Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p. Embrapa Solos. (**Documentos, 103**)

ROSSI, R.O. **Girassol**. Curitiba: EDITORA TECNOAGRO LTDA, 1998. 333p.

RUGGIERO, C.; DURII, J.F.; GOES, A. de. In: RUGGIERO, C. (Ed). **Maracujá - do plantio a colheita**. FCAVISBF. p.388, 1998.

SABBAGH, M.C. Redução de porte de girassol ornamental pela aplicação de reguladores vegetais. 2008, 93p. (**Dissertação de Mestrado**). Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR. 2008.

SAKATA SEED CORPORATION. **Sakata's reliable seeds: Flower seed catalogue 2001-2003**. Bragança Paulista: Sakata Sementes Agroflora, 99p, 2003.

SANDRI, D. Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrófita. 2003. 186p. (**Tese de Doutorado**). UEC, Campinas, 2003.

SANDRI, D.; MATSURA, E.E.; TESTEZLAR, R. Desenvolvimento de alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.1, p.17-29, 2007.

SANTOS JÚNIOR, J.A. Produção de girassol em diferentes sistemas de cultivo, águas e adubação. 2010. 152 p. (**Dissertação de Mestrado**). UFCG, Campina Grande. 2010.

SANTOS JUNIOR, J.A., GHEYI, H.R., DIAS, N.S., SOARES, F.A.L., NOBRE, R.G. Doses de boro e água residuária na produção do girassol. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.42, n.4,p. 857-864, 2011.

SANTOS, A.C.; ANDRADE, A.P; LIMA, J.R.S; SILVA, I.F; CAVALCANTE, V.R. Variabilidade temporal da precipitação pluvial: nível de nitrogênio no solo e produtividade de cultivares de girassol. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria v. 32, n. 5, p.757-764, 2002.

SANTOS, C.J.L.; MENEZES, J.F.S.; GONÇALVES JÚNIOR, D.; GONÇALVES, M.E.M.P.; SILVA, T.R.. **Produção de massa seca da parte aérea e das raízes da soja adubada com dejetos líquidos de suínos**. In: I SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS, 1., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC, 2009. p. 328-332.

SANTOS, H.G.; OLIVEIRA, J.B.; LUMBRELAS, J.F.; ANJOS, L.H.C.; COELHO, M.R.; JACOMINE, P.K.T.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, V.A. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

SANTOS, J.G.R.; SANTOS, E.C.X.R. **Agricultura orgânica: teoria e prática**. Editora da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, 2008. 228p.

SANTOS, M.J.; ARAÚJO, L.E.; OLIVEIRA, E.M.; SILVA, B.B. Seca, precipitação e captação de água de chuva no semiárido de Sergipe. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.6, n. 1, p.55-73, 2009.

SANTOS, M.S.; BARROS, H.M.M.; COSTA, C.M.G.R.; AGRA, P.F.M.; LIMA, V.L.A. A legislação hídrica e ambiental no Brasil e o reúso de água. 2008 (**Circular Técnica, 3**).

SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, v.21, p. 901-903, 1981.

SEMENTES CONTIBRASIL. **Girassol: manual do produtor**. São Paulo, 1981, 30p.

SEVERINO, L.S. **O que sabemos sobre a torta de mamona**. Campina Grande. Embrapa Informação Tecnológica. 2005. p.9-31.

SEVERINO, L.S; COSTA, F.X.; BELTAO, N.E.M.; LUCENA, A.M.A; GUIMARÃES, M.M.B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v.5, n.1, 2004.

SEVERINO, L.S.; FERREIRA, G.B.; MORAES, C.R.A.; GONDIM, T.M.S.; CARDOSO, G.D.; VIRIATO, J.R.; BELTRÃO, N.E.M.; Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.879-882, 2006.

SCHUSTER, C.E.; STEPHENSON, R.E. Sunflower as an indicator plant of boron deficiency in soils. **Journal of the American Society of Agronomy**, Washington, v.32, p.607-621, 1940.

SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAUJO, F.P.; MELO, N.F.; AZEVEDO NETO, A.D.; Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, v.63, n.1-3, p.147-157, 2008a.

SILVA, J.K.M.; OLIVEIRA, F.A.; MARACAJÁ, P.B.; FREITAS, R.S.; MESQUITA, L.X. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.5, p.30-35, 2008b.

SILVA, J.; SILVA, P.S.L.; OLIVEIRA, M.; SILVA, K.M. B. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.326-331, 2004.

SILVA, J.M.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D.; OLIVEIRA, F.H.T.; SOARES, F.A.L. Teores de macro e micronutrientes e sódio em folhas de porta enxertos de mangueira irrigados com águas de diferentes níveis de salinidade. *Proceeding of the Interamerican Society for the Tropical Horticulture*, Miami, v.47, n.1, p.213-217, 2003.

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**. In: I Inovagri International Meeting & IV Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação, 2012, Fortaleza - CE. I Inovagri International Meeting & IV Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação, 2012.

SILVA, M. L.O.E.; FARIAS, M.A.; MORAIS, A.R.; ANDRADE, G.P.; LIMA, E.M.C. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.5, p.482-488, 2007.

SILVA, P.A.M.; PEREIRA, G.M.; REIS, R.P.; LIMA, L.A.; TAVEIRA, J.H. da S. Função de resposta da alface americana aos níveis de água e adubação nitrogenada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4 p.1266-1271, 2008c.

SILVA, S.M.S.; ALVES, A.N.; GHEYI, H.R.; BELTRÃO, N.E.M.; SEVERINO, L.S.; SOARES, F.A.L.. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande - PB, v. 12, p. 335-342, 2008.

SIONIT, N.; GHORASHI, S.R.; KHERADNAN, M. Effect of soil water potencial on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Journal of Agricultural Science**, v.81, p.113-116, 1973.

SMIDERLE, O.J. Orientações gerais para o cultivo do girassol em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2000 (**Embrapa Informa**, n.8).

SMIDERLE, O.J.; MOURÃO JÚNIOR, M.; GIANLUPPI, D. Avaliação de cultivares de girassol em savana de Roraima. **Acta Amazônica**, Manaus, v.35, n.03, p.331-336. 2005

SOLEIMANZADEH, H.; HABIBI, D.; ARDAKANI, M.R.; PAKNEJAD, F.; REJALI, F. Response of sunflower to drought stress under different potassium levels. **World Applied Sciences Journal**, v.8, n.4, p.443-448, 2010.

SOUSA, J.T.; VAN HAANDEL, A.C.; CAVALCANTI, P.F.F.; FIGUEIREDO, A.M.F. **Efluentes tratados utilizados na agricultura**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. 15. Anais Simpósio brasileiro de recursos hídricos. Curitiba-PR, Brasil, p.1-12, 2003.

SOUZA, R.M. Cultivo de girassol para corte sob irrigação com água residuária e doses de matéria orgânica. 2010. 102 p. (**Dissertação de Mestrado**). UFCG, Campina Grande. 2010.

SOUZA, R.M.; NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; DIAS, N.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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TAKAHASHI, R. **Sericicultura**. Jaboticabal: UNESP, FCAV, 1994. 135p.

TANJI, K.K. Irrigation with marginal quality waters: issues. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.123, n.3, p.165-169, 1997.

TELLES, D.D'A. Aspectos da utilização de corpos d'água que recebem esgoto sanitário na irrigação de culturas agrícolas In: Mancuso, P. C. S.; Santos, H. F. **Esgoto sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. p.461-483.

THEIVEYANATHANA, S.; BENYONB, R.G.; MARCARA, N.E.; MYERSA, B.J. POLGLASEA, P.J.; FALKINERA, R.A. An irrigation-scheduling model for application of saline water to tree plantations. **Forest Ecology and Management**, Ringwood, v.193, p.97-112, 2004.

TRAVASSOS, K.D.; GHEYI, H.R.; SOARES, F.A.L.; BARROS, H.M.M.; DIAS, N.S., UYEDA, C.A.; SILVA, F.V.. Crescimento e desenvolvimento de variedades de girassol irrigado com água salina. **Revista Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p. 324-339, 2012.

TRAVASSOS, K.D.; SOARES, F.A.L.; GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; NOBRE, R.G. Crescimento e produção de flores de girassol irrigado com água salobra. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. Fortaleza, v.5, n. 2, p.123-133, 2011,

TRINDADE, A.V.; MUCHOVEJ, R.M.C.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Crescimento e nutrição de mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta a composto orgânico ou adubação mineral. **Revista Ceres**, Viçosa, v.276, n.48, p.181-194, 2001.

UCHÔA, S.C.P.; IVANOFF, M.E.A.; ALVES, J.M.A; SEDIYAMA, T.; MARTINS, S.A. 2011 Adubação de potássio em cobertura nos componentes de produção em cultivares de girassol. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, pp. 8-15.

UNGARO, M.R.G. Girassol. In: Instituto Agrônômico. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas, 6 ed. Campinas: IAC, p. 307-308, 1998 (**Boletim Técnico, 200**).

UNGARO, M.R.G. Instruções para a cultura do Girassol. Campinas : Instituto Agrônômico de Campinas. 1986, 26p., (**Boletim Técnico, 105**).

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Oilseeds: world market and trade. Washington: USDA, 2005. 28 p. (USDA, Circular serie, FOP 08-05). **Net.** Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2005/05-08/FULL05Aug.pdf>>.

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: International Water Management Institute, 2002. 29 p. (**Research Report, 63**).

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 243p.

VRÂNCEANU, A.V. **El girassol.** Madri: Editora Mundi Prensa, 1977. 375p.