

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

GUILHERME LEMES RAMOS

UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA IRRIGAÇÃO DA AVEIA PRETA

**Alegrete
2023**

GUILHERME LEMES RAMOS

UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA IRRIGAÇÃO DA AVEIA PRETA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientadora: Dra Fátima Cibele Soares

**Alegrete
2023**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

R175u Ramos, Guilherme Lemes
UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA IRRIGAÇÃO DA AVEIA
PRETA / Guilherme Lemes Ramos.
38 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)--
Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA AGRÍCOLA,
2023.
"Orientação: Fátima Cibele Soares".

1. Avena strigosa. 2. Lâminas de irrigação. 3. Turno
de rega. 4. Efluente da suinocultura. I. Título.

GUILHERME LEMES RAMOS

UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA IRRIGAÇÃO DA AVEIA PRETA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 02, fevereiro de 2023.

Banca examinadora:

Prof.ª Dra. Fátima Cibele Soares
Orientadora
(UNIPAMPA)

Prof Dra. Lanes Beatriz Acosta Jaques
(UNIPAMPA)

Paola da Rosa Lira
(UNIPAMPA)



Assinado eletronicamente por **PAOLA DA ROSA LIRA, Usuário Externo**, em 03/02/2023, às 17:12, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **LANES BEATRIZ ACOSTA JAQUES, PROFESSOR MAGISTERIO SUPERIOR - SUBSTITUTO**, em 06/02/2023, às 07:48, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **FATIMA CIBELE SOARES, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 06/02/2023, às 08:35, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1047064** e o código CRC **9914C206**.

AGRADECIMENTO

Gostaria de desejar meus mais sinceros agradecimentos para:

Deus, pela vida, por me guiar neste caminho e me dar persistência nessa longa jornada.

Agradeço a minha mãe e meu pai por me apoiarem neste caminho que escolhi.

Agradeço a minha irmã, Laiz, que não está mais entre nós, mas mesmo de onde estiver sei que olha por nós, e guia nosso caminho.

Agradeço a minha namorada Natália, pela ajuda e paciência durante todo esse tempo.

Agradeço a minha orientadora Fátima Cibele, pela confiança e ajuda, e a todos os professores do curso de Engenharia Agrícola que colaboraram para mim chegar até aqui.

E agradeço imensamente a ajuda dos meus amigos Paola e Thalles, pelas ajudas, por dúvidas sanadas e por tudo mais.

RESUMO

A aveia vem ganhando espaço como forrageira de inverno, também é usada como adubo verde, auxiliando na proteção do solo, além de ser uma importante alternativa na rotação de culturas. Possui resistência satisfatória ao déficit hídrico, responde de forma favorável a calagem e fertilização do solo, proporcionando maior rendimento de massa. A utilização de águas residuárias é uma ótima solução para a questão ambiental, auxiliam na redução do uso de água potável e de fertilizantes químicos, pois, muitas dessas águas contém uma quantidade maior de macro e micronutrientes. A fertirrigação com água residuária da suinocultura aumenta a produtividade agrícola e, também reduz custos com fertilizantes. O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade do uso de água residuária da suinocultura na produção de matéria seca de aveia preta, cultivada em casa de vegetação, sob diferentes turnos de rega. O experimento foi implantado na casa de vegetação da área experimental do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Pampa – Campus Alegrete/RS. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, bifatorial, 4 lâminas de irrigação X 3 turnos de rega, com 4 repetições, totalizando 48 unidades experimentais. Para os tratamentos (lâminas de irrigação): T1 – Água, 100%; T2- Efluente da suinocultura, 50%; T3- Efluente da suinocultura, 100% e T4- Efluente da suinocultura, 200% e, 3 turnos de rega (2, 4 e 7 dias). Através dos resultados observou-se que as lâminas de irrigação com 100 e 200% de concentração de efluente, proporcionaram bons rendimentos a planta. A Etc durante todo o ciclo da cultura foi de 283,18 mm. O melhor turno de rega encontrado foi 2 dias. Portanto, o uso de efluente da suinocultura na irrigação da aveia preta supre as necessidades nutricionais da planta.

PALAVRAS-CHAVE: *Avena strigosa*, efluente suinocultura, lâminas de irrigação, turno de rega.

ABSTRACT

Oats have been gaining space as a winter forage, it is also used as a green manure, helping to protect the soil, in addition to being an important alternative in crop rotation. It has satisfactory resistance to water deficit, responds favorably to liming and soil fertilization, providing greater mass yield. The use of wastewater is a great solution to the environmental issue, it helps to reduce the use of drinking water and chemical fertilizers, since many of these waters contain a greater amount of macro and micronutrients. Fertirrigation with swine wastewater increases agricultural productivity and also reduces fertilizer costs. This study aimed to evaluate the viability of using swine wastewater in the production of black oat dry matter, grown in a greenhouse, under different irrigation shifts. The experiment was implemented in the greenhouse of the experimental area of the Agricultural Engineering course at the Federal University of Pampa – Campus Alegrete/RS. The experimental design was completely randomized, bifactorial, 4 irrigation depths X 3 irrigation shifts, with 4 replications, totaling 48 experimental units. For the treatments (irrigation blades): T1 – Water, 100%; T2- Pig farming effluent, 50%; T3- Effluent from swine farming, 100% and T4- Effluent from swine farming, 200% and 3 irrigation shifts (2, 4 and 7 days). Through the results it was observed that the irrigation blades with 100 and 200% of effluent concentration, provided good yields to the plant. The Etc throughout the crop cycle was 283.18 mm. The best watering shift found was 2 days. Therefore, the use of swine effluent in black oat irrigation supplies the nutritional needs of the plant.

KEYWORDS: *Avena strigosa*, swine effluent, irrigation depths, irrigation shift.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Casa de vegetação da AEEA, UNIPAMPA - Campus Alegrete.	13
Figura 2: Croqui do experimento	14
Figura 3: Tanque Classe A no interior da casa de vegetação	15
Figura 4: Temperaturas durante o ciclo da cultura.	18
Figura 5: Evapotranspiração real da cultura diário.	19
Figura 6: Consumo hídrico da planta.	20
Figura 7: Massa seca da parte aérea - 1º corte em função da lâmina de irrigação. .	21
Figura 8: Massa seca da parte aérea - 1º corte em relação ao turno de rega.	22
Figura 9: Massa seca da parte aérea - 2º corte em relação a lâmina de irrigação. ..	22
Figura 10: Massa seca da parte radicular da planta.	23
Figura 11: MSPR em função do turno de rega e lâmina de irrigação.	24
Figura 12: Altura de planta.	25
Figura 13: Altura de planta em relação ao turno de rega.....	26
Figura 14: Diâmetro de colmo em relação a lâmina de irrigação.	27
Figura 15: Diâmetro de colmo em relação ao turno de rega.....	28
Figura 16: Diâmetro de colmo em relação ao turno de rega e lâmina de irrigação. ..	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Evapotranspiração e coeficiente da cultura nos diferentes estádios fenológicos.....	19
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Objetivos	8
1.1.1 Objetivo geral	8
1.1.2 Objetivos específicos	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Caracterização da aveia	10
2.2 Reuso da água	11
3 MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1 Caracterização do local do experimento	13
3.2 Semeadura	14
3.3 Delineamento experimental	14
3.4 Manejo da irrigação	15
3.5 Parâmetros a serem analisados	16
3.5.1 Massa seca da parte aérea da planta (MSPA)	16
3.5.2 Massa seca da parte radicular (MSPR)	16
3.5.3 Altura de planta	16
3.5.4 Diâmetro do colmo	16
3.6 Análise dos resultados	17
4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	18
4.1 Temperatura na casa de vegetação	18
4.2. Consumo hídrico	18

4.3. Parâmetros de crescimento e desenvolvimento da planta	20
4.3.1. Massa seca da parte aérea (MSPA).....	21
4.3.2. Massa seca parte radicular (MSPR)	23
4.3.3. Altura.....	24
4.3.4. Diâmetro do colmo.....	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
REFERÊNCIAS	31
APÊNDICE A	34

1 INTRODUÇÃO

A *Avena strigosa* é a forrageira mais utilizada na região sul do Brasil devido a sua capacidade de rebrote, alto crescimento, além de ser considerada uma gramínea rustica, pois não é exigente quanto à fertilidade do solo (SORDI, 2019). Também, pode ser utilizada em rotações de cultura, adubo verde e, como forrageira de inverno (ALVES & BELLINGIERI, 2004; RIBEIRO et al., 2016).

Segundo Mazocco (2019), a aveia preta pode ser cultivada para diferentes finalidades: pastejo, feno ou silagem. A vantagem da utilização da aveia preta deve-se a sua maior capacidade de resistência a doenças, ao pisoteio e de maior rendimento de matéria verde e seca.

Sendo a agricultura o setor econômico que mais utiliza água para suas atividades, o reuso de água é uma alternativa vantajosa para a alta demanda hídrica, auxilia na redução do uso de água potável e de fertilizantes químicos, pois, muitas dessas águas contêm uma quantidade maior de macro e micronutrientes (SANTOS et al., 2020).

Logo, com o grande desenvolvimento da suinocultura também se teve um aumento na quantidade de dejetos produzidos pelos animais assim, a utilização de água residuária da suinocultura como fertirrigação surge como uma solução de uso desses dejetos, pois possui como vantagem a redução de custos com fertilizantes (KAMIMURA et al., 2015; BOSCO et al., 2016).

Diante disto, o estudo da resposta de culturas quando submetidas a doses de irrigação com água residuária da suinocultura, vem a corroborar os estudos referentes ao tema de uso de águas residuárias na agricultura, bem como preservação dos recursos hídricos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a viabilidade do uso de água residuária da suinocultura na produção de matéria seca de aveia preta, cultivada em casa de vegetação, sob diferentes turnos de rega.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

Determinar a melhor lâmina de irrigação;

Definir o turno de rega que melhor se adapta ao cultivo;

Demonstrar a eficiência do uso do efluente de suinocultura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização da aveia

Originária da Ásia e Oriente Médio, a aveia é uma gramínea de inverno anual, que compreende três espécies: aveia preta (*Avena strigosa*), aveia amarela (*Avena bysantina*) e aveia branca (*Avena sativa* L.) (MAZOCCO, 2019).

Na lavoura, a aveia vem ganhando espaço como forrageira de inverno, isolada ou em consórcio, também é usada como adubo verde, auxiliando na proteção do solo, além de ser uma importante alternativa na rotação de culturas (ALVES & BELLINGIERI, 2004; RIBEIRO et al., 2016).

A aveia possui resistência satisfatória ao déficit hídrico bem como ao ataque de pulgões e a ferrugem, também possui alta capacidade de produção de fitomassa, assim, a aveia preta (*Avena strigosa*) se destaca como planta de cobertura, pois reduz o escoamento superficial e erosão, melhora a infiltração de água, estrutura e agregação do solo, realiza ciclagem de nutrientes e promove o controle de plantas daninhas (HERMANN, 2013).

A aveia preta, em relação à resistência à seca e fertilidade é mais resistente que a aveia branca e a aveia amarela. Embora prefira solos argilosos se adapta bem a solos arenosos e pobres, além de apresentar produtividade superior, respondendo de forma favorável a calagem e fertilização do solo, proporcionando maior rendimento de massa (ANJOS, 1993).

A aveia preta pode ser semeada de março até julho com um ciclo variando de 120 a 200 dias, da emergência a maturação, o espaçamento de semeadura indicado é de 0,17 a 0,20 m e, com profundidade de semeadura de 2 a 4 cm. Como a aveia é utilizada em diversos estados, o ideal durante seu desenvolvimento vegetativo é ter temperaturas entre 20 e 25°C (BERNARDES, 2019; SEMEATA, sd).

Em relação ao manejo da aveia preta, pode-se realizar um corte aos 50 dias de germinação e, outro corte em média 50 dias após a realização do primeiro corte. Sendo que para ambos os cortes o ideal é a planta ter entre 25 e 35 cm de altura, cortar a 10 cm do solo (BERNARDES, 2019).

2.2 Reuso da água

A agricultura é o setor econômico que mais utiliza água para suas atividades, assim é de suma importância desenvolver estratégias visando o melhor aproveitamento dessa água. Uma alternativa para a alta demanda de recursos hídricos é o reuso de água (SANTOS et al., 2020).

Segundo Barros et al. (2015), reuso da água pode ser compreendido como a utilização de água anteriormente já usada. A água de reuso é proveniente do descarte pela utilização em outra atividade humana e, seu reaproveitamento auxilia suprimindo a necessidade do uso de água potável em outra atividade.

A utilização de águas residuárias é uma prática muito antiga e, consiste no uso de águas de qualidade inferior oriundas de processos industriais, esgotos e água de drenagem agrícola, por exemplo. A utilização dessas águas residuárias é uma ótima solução para a questão ambiental, já que, estas seriam despejadas diretamente nos corpos hídricos e, também, auxiliam na redução do uso de água potável e de fertilizantes químicos, pois, muitas dessas águas contém uma quantidade maior de macro e micronutrientes (SANTOS et al., 2020).

Com o desenvolvimento da suinocultura conseqüentemente teve-se um aumento na quantidade de dejetos produzidos pelos animais, ou seja, os dejetos que antes se encontravam na área destinada à suinocultura agora, com regime em confinamento, estes dejetos se restringem a uma pequena área (BOSCO et al., 2016).

Os dejetos dos suínos são formados por urina, fezes, sobras de ração, água da limpeza e dos bebedouros, pelos e poeira. A fertirrigação com água residuária da suinocultura aumenta a produtividade agrícola desde que bem manejada e, também reduz custos com fertilizantes (KAMIMURA et al., 2015).

Hermann (2013) em seu estudo sobre a associação de água residuária da suinocultura e adubação mineral no cultivo de aveia preta percebeu que o pH do solo diminui com o aumento da dose aplicada de água residuária, porém o sódio aumentou conforme o aumento da dose de água residuária.

O reuso de águas da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface, quando analisado por Baumgartner et al. (2007), resultou em comprimento de folha maior e maior números de folhas.

Alves & Bellingieri (2004), analisaram o efeito de doses de nitrogênio e de potássio no crescimento, na composição química e nos teores de amônio e nitrato da parte aérea de aveia-amarela cultivada em casa de vegetação perceberam que, as doses de nitrogênio utilizadas influenciaram a absorção de macronutrientes e proporcionaram aumento do teor de proteína bruta da parte aérea de aveia amarela, em relação à testemunha.

Oliveira (2006) estudou o uso de água residuária da suinocultura em pastagens da *Brachiára Decumbens* e Grama Estrela *Cynodom Plesctostachyum*, concluiu que o uso de água residuária promoveu um melhor desenvolvimento das pastagens (haste e folha) e aumentou em 30% a produção.

Souza et al. (2010), quando fizeram a avaliação de frutos de tomate de mesa produzidos com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura notaram que independente da lâmina utilizada, a aplicação de água residuária da suinocultura filtrada resultou em frutos saborosos e saudáveis do ponto de vista sanitário.

Batista et al. (2014), estudando o efeito da água residuária da suinocultura no desenvolvimento e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*, encontraram a proporção de 50% de água residuária da suinocultura, resultando em características morfológicas melhores das mudas e bom aproveitamento do dejetos.

Cruz et al. (2008), analisando a utilização de água residuária de suinocultura na produção de mudas de maracujazeiro-azedo cv redondo amarelo, concluíram que o uso da água residuária supriu a demanda nutricional na fase inicial e, o melhor desenvolvimento das mudas se deu com 100% da concentração da água residuária da suinocultura.

Freitas et al. (2004), em seus estudos sobre o efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura sobre a produção do milho para silagem, notaram que a aplicação de água residuária da suinocultura aumentou os valores de altura de plantas, peso de espigas, índice de espigas e altura de espigas do milho.

Gonçalves (2021), estudando a fertirrigação de milho (*Zea mays* L.) com água residuária de suinocultura e piscicultura, percebeu que a água residuária de suinocultura proporcionou maiores acúmulos de matéria seca da parte aérea, matéria seca da palha, matéria seca da parte aérea e distribuição de matéria seca do colmo, assim como, independente da diluição, resulta na maior massa seca e produtividade dos grãos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão apresentados: o tipo de pesquisa realizado, os métodos e procedimentos adotados para o desenvolvimento do trabalho.

3.1 Caracterização do local do experimento

O experimento foi realizado na Área Experimental da Engenharia Agrícola (AEEA) da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) campus Alegrete, localizado no município de Alegrete/RS. O experimento foi conduzido em casa de vegetação (Figura 1), com orientação solar leste-oeste, coordenadas geográficas: latitude 29° 47', longitude 55° 46' e altitude de 91 metros. A casa de vegetação possui área de 105m² (7m x 15m), estrutura de aço galvanizado, abertura nas laterais, revestida com cobertura plástica convencional.

Figura 1: Casa de vegetação da AEEA, UNIPAMPA - Campus Alegrete.



Fonte: Autor (2022).

3.2 Semeadura

O experimento foi realizado em vasos de PVC, com capacidade de 11 L, com 0,35 m de diâmetro e 0,31 m de altura. Todos os vasos receberam uma manta de drenagem, a fim de ocorrer uma boa drenagem e, o restante do volume foi preenchido com solo local para posterior semeadura da *Avena strigosa*.

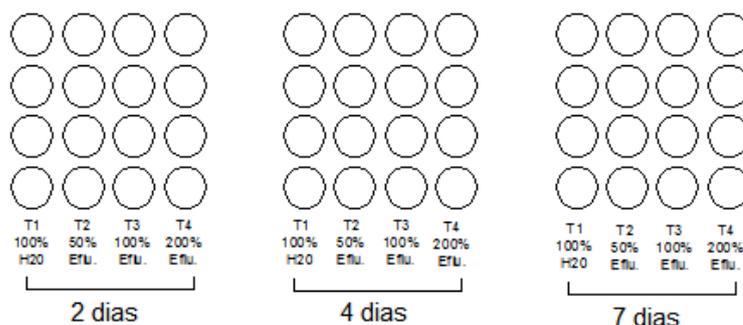
O solo após coletado passou por processo de secagem natural, destorroado e peneirado, para que seja homogeneizado. Foram utilizadas 25 sementes por vaso, da variedade Embrapa 139 (Neblina).

A semeadura foi realizada em 06 de maio de 2022 e, a irrigação das mudas durante a semeadura foi realizada diariamente, sem quantidade de água quantificada, apenas realizando a umidificação do solo em todos os vasos, até as mudas atingirem, aproximadamente, 10 cm de altura. Após atingirem a altura desejada, os vasos serão submetidos aos tratamentos, 15 dias após a semeadura.

3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, bifatorial (lâminas de irrigação X turnos de rega), ou seja, por quatro lâminas de irrigação, três turnos de rega (2, 4 e 7 dias) e quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais. Para os tratamentos (lâminas de água): T1 – Água, 100%; T2- Efluente da suinocultura, 50%; T3- Efluente da suinocultura, 100% e T4- Efluente da suinocultura, 200%. Os recipientes foram previamente identificados conforme tratamento e, conseqüentemente dispostos no chão (Figura 2).

Figura 2: Croqui do experimento



3.4 Manejo da irrigação

O manejo da irrigação foi realizado pelo método do Tanque Classe A, através da equação 1, ou seja, quanto irrigar. O quanto irrigar, foi feito de acordo com o delineamento experimental, conforme o respectivo tratamento.

$$ETc = Ev \times Kp \times Kc \quad \dots(1)$$

Onde:

Etc = Evapotranspiração de referencia da cultura (mm);

Ev = Evaporação do tanque (mm);

Kp = Coeficiente do tanque (adimensional);

Kc= Coeficiente da cultura

O tanque classe A estava instalado no interior da casa de vegetação (Figura 3), em cima de estrutura de madeira, em terreno plano. A leitura foi realizada diariamente sempre no mesmo horário. Através, do valor obtido pela Etc foi possível definir o quanto se deve irrigar e, então aplicar as lâminas de irrigação com as respectivas doses de efluente (50%, 100% e 200%).

Figura 3: Tanque Classe A no interior da casa de vegetação



Fonte: Autor (2022).

3.5 Parâmetros a serem analisados

Avaliou-se os seguintes parâmetros: massa seca da parte aérea da planta (MSPA), massa seca da parte radicular (MSPR), altura de planta e diâmetro de colmo.

3.5.1 Massa seca da parte aérea da planta (MSPA)

Para avaliação da produção de massa seca da parte aérea da planta (MSPA), foram realizados dois cortes, na metade e no final do ciclo da cultura da aveia preta. O primeiro corte foi realizado aos 66 dias após transplante (DAS) e o segundo corte aos 115 dias após transplante (DAS). A parte aérea da planta foi coletada até uma altura de 2 cm do solo e, foi seca em estufa por 72h a 65°C, para posterior determinação da massa seca (MSPA).

3.5.2 Massa seca da parte radicular (MSPR)

Ao fim do ciclo da cultura, também foi realizada a avaliação da parte radicular (MSPR) das plantas de aveia preta. A parte radicular da planta foi coletada e seca em estufa por 72h a 65°C.

3.5.3 Altura de planta

A altura das plantas foi determinada semanalmente, com auxílio de régua graduada, em três plantas de cada vaso, medindo a distância do nível do solo ao ápice das plantas.

3.5.4 Diâmetro do colmo

O diâmetro do colmo foi determinado semanalmente, com auxílio de paquímetro, também para três plantas de cada vaso.

3.6 Análise dos resultados

Os dados coletados durante o ciclo da cultura foram processados e analisados com o auxílio de um software livre (Assistat), com embasamento no delineamento experimental bifatorial, sendo testada a interação entre os fatores: lâminas de irrigação e turno de rega a 5% ($0,01 \leq p < 0,05$) de probabilidade pelo teste F.

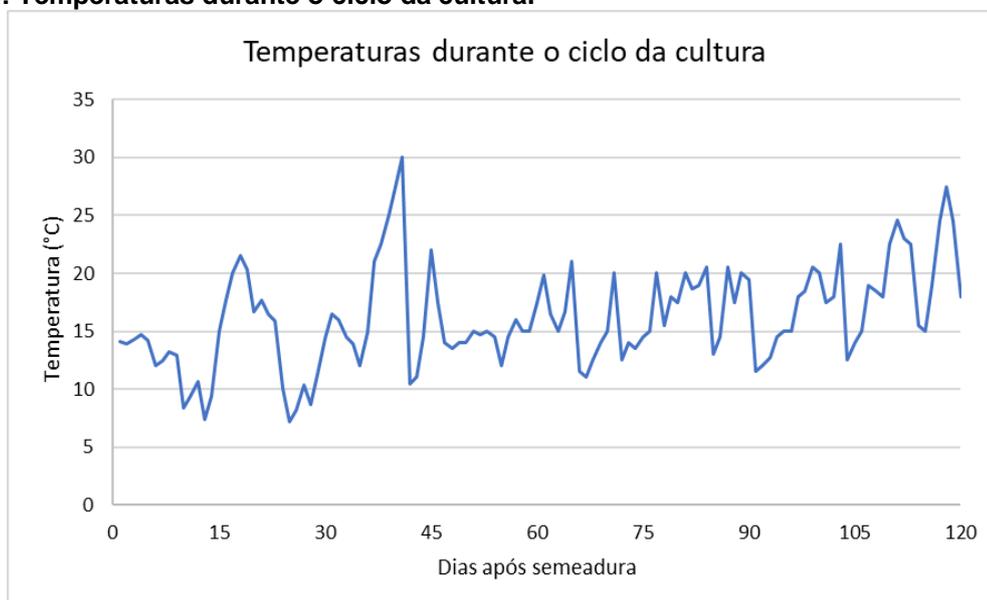
4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Temperatura na casa de vegetação

Durante o ciclo da cultura, a temperatura média foi de 16,23°C, com temperatura mínima de 7,2°C e temperatura máxima variando de 25°C a 30°C. Na figura 4 é apresentada a temperatura no interior da casa de vegetação.

A temperatura era coletada diariamente, sempre no mesmo horário, através de termômetro digital.

Figura 4: Temperaturas durante o ciclo da cultura.



Fonte: Autor (2023).

4.2. Consumo hídrico

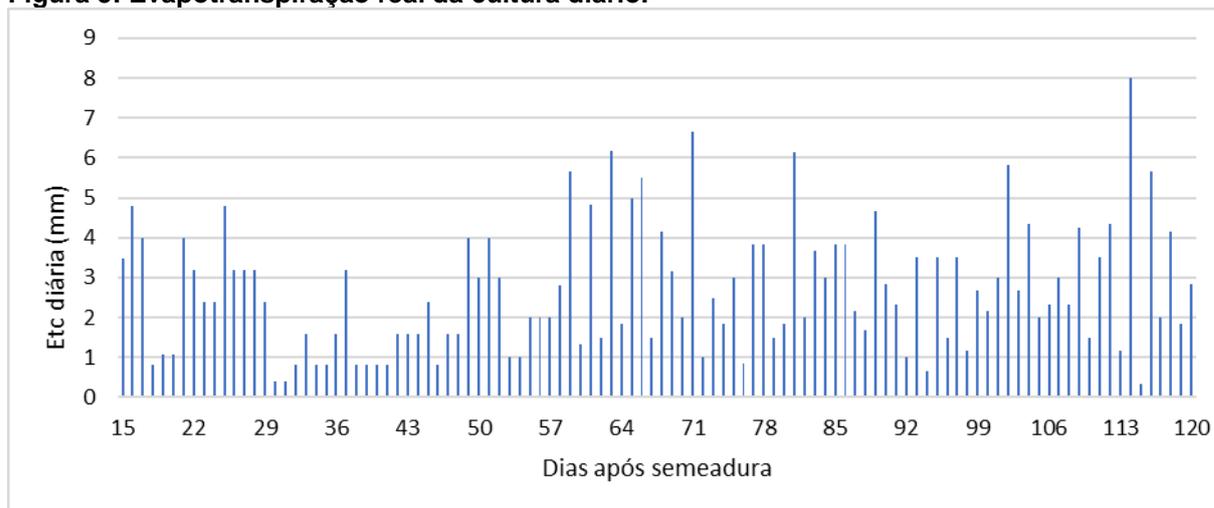
A tabela 1, mostra os valores do coeficiente da cultura (K_c) e evapotranspiração da cultura (E_{tc}) para duas fases de desenvolvimento da cultura. Os valores médios da E_{tc} variaram de 2,00 mm para fase I e, 2,98 mm para a fase II; enquanto o consumo total, para cada fase de desenvolvimento da cultura da aveia teve-se, para fase I 68,00 mm e, para fase II 215,18 mm. A fase I compreendeu de 0 a 48 dias após transplante (DAT) e a fase II compreendeu de 49 a 120 dias após transplante (DAT).

Tabela 1: Evapotranspiração e coeficiente da cultura nos diferentes estádios fenológicos.

Estádios de desenvolvimento	DAT	Kc	Etc médio (mm/dia)	Etc total (mm)
Fase I	0-48	0,8	2,00	68,00
Fase II	49 -120	1	2,98	215,18

Fonte: Autor (2023).

Na figura 5 é apresentado os valores diários da evapotranspiração de referência da cultura (Etc), a partir do início da irrigação, ou seja, aos 15 dias após sementeira (DAT). A evapotranspiração de referência da cultura (Etc) teve como média 2,67 mm/dia e, 283,18 mm como lâmina total aplicada durante todo o ciclo da cultura.

Figura 5: Evapotranspiração real da cultura diário.

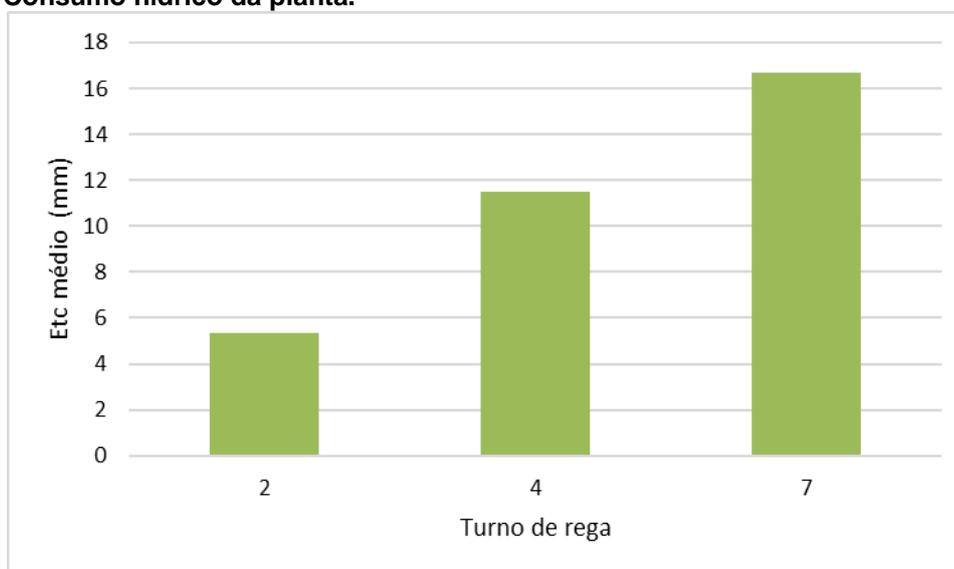
Fonte: Autor (2023).

Barbosa (2018), ao estudar o manejo da adubação nitrogenada por índices espectrais em aveia-branca obteve como lâmina total 140 mm, o que difere dos resultados encontrados nesse trabalho. Isso pode ser justificado devido as temperaturas encontradas no período analisado (maio a agosto de 2018) por Barbosa (2018), cuja a média diária foi 20,6°C, mínima de 14,2°C e máxima de 28,2°C, ou seja, as temperaturas média e mínima foram superiores aos valores encontrados.

Na figura 6 é apresentado o consumo médio para cada turno de rega adotado em função da lâmina (tratamento) utilizado, esses valores correspondem a 100%, ou seja, a quantidade necessária para suprir as necessidades hídrica da planta.

Foram necessários 5,33 mm, 11,50 mm e,16,66 mm para as plantas irrigadas a cada 2 dias, 4 e 7 dias respectivamente, ou seja, esses valores da Etc média correspondem a quantidade utilizada para cada planta quando submetida ao seu turno de irrigação.

Figura 6: Consumo hídrico da planta.



Fonte: Autor (2023).

4.3. Parâmetros de crescimento e desenvolvimento da planta

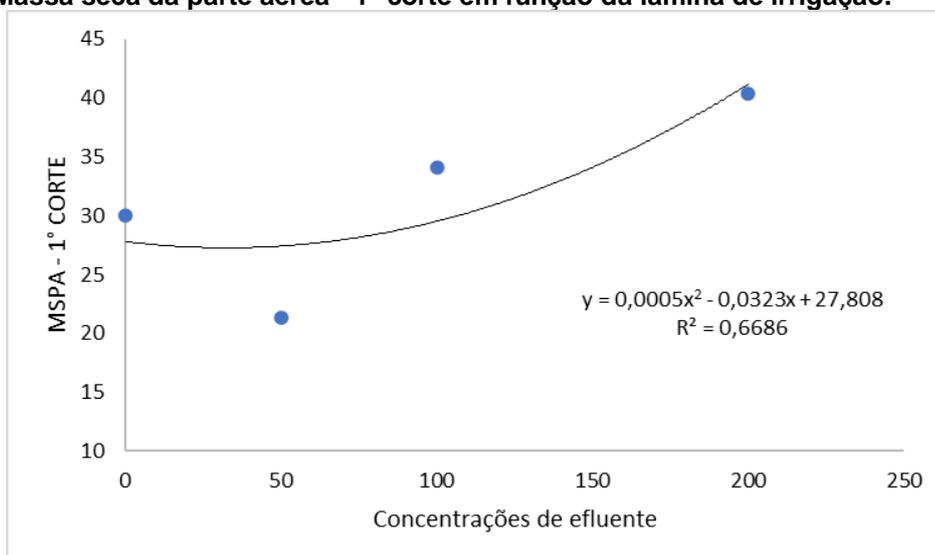
Com base nos resultados obtidos na análise de variância (APÊNDICE A), observou-se que houve diferença significativa entre as de concentração do efluente, ao nível de 5% de probabilidade, para os parâmetros diâmetro do caule, altura de planta (cm), MSPA 1° corte, MSPA 2° corte e MSPR. Para diâmetro do caule, altura de planta (cm), MSPA 1° corte e MSPR houve interação significativa entre os dias de irrigação. Enquanto, para o parâmetro diâmetro do caule a interação entre os fatores, foi significativa ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.1. Massa seca da parte aérea (MSPA)

As figuras 7 e 8 mostram os valores médios do parâmetro MSPA – 1º corte em relação as lâminas de irrigação e turnos de rega. Como observado na figura 7, os maiores valores de massa seca da parte aérea foram obtidos para a lâmina de irrigação T4- 200% de efluente, independentemente do turno de rega (dias) utilizado.

O menor valor de MSPA correspondeu a lâmina de irrigação T2- 50% de efluente, com 21,36 gramas; enquanto a testemunha T1- 0% de efluente, resultou em 30,08 gramas. A mínima eficiência técnica (MET) correspondeu a 32,3% de efluente, com 27,28 gramas de MSPA – 1º corte.

Figura 7: Massa seca da parte aérea - 1º corte em função da lâmina de irrigação.

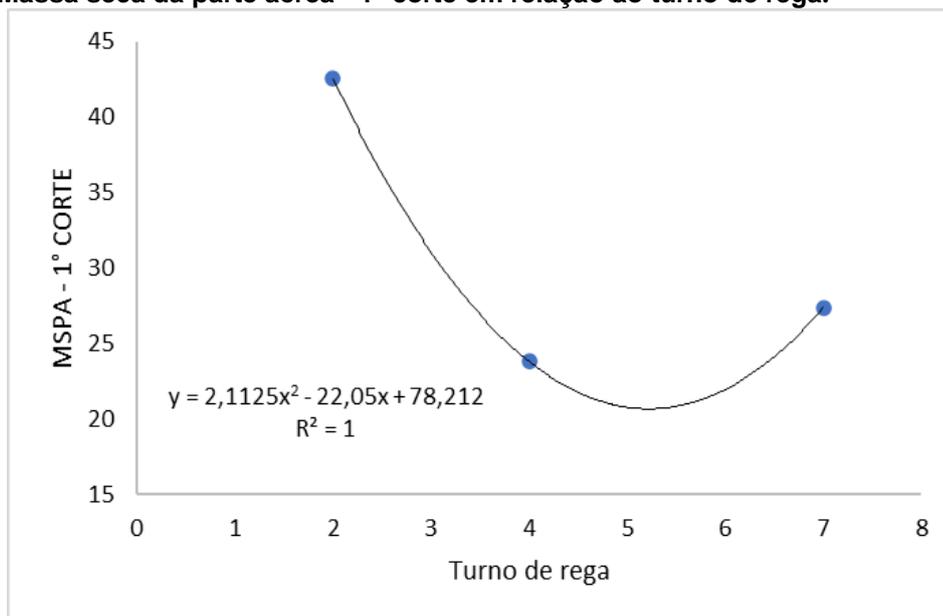


Fonte: Autor (2023).

Gonçalves (2021) ao estudar o efeito fertirrigação de milho (*Zea mays l.*) com água residuária de suinocultura e piscicultura, notou que a MSPA aos 60 DAS, apenas com água residuária da suinocultura resultou em 55 gramas, diferindo dos resultados encontrados neste trabalho, onde a maior concentração de efluente gerou plantas com 40,41 gramas.

Contudo, como mostra a figura 8, ao analisar a relação do turno de rega (dias) na MSPA, observou-se que ao adotar irrigação a cada 2 dias, tem-se um maior valor de MSPA, 42,56 gramas e, o menor valor MSPA correspondeu ao turno de rega de 4 dias com 23,81 gramas. A mínima eficiência técnica (MET) correspondeu 5,2 dias, proporcionando 20,6 gramas de massa seca.

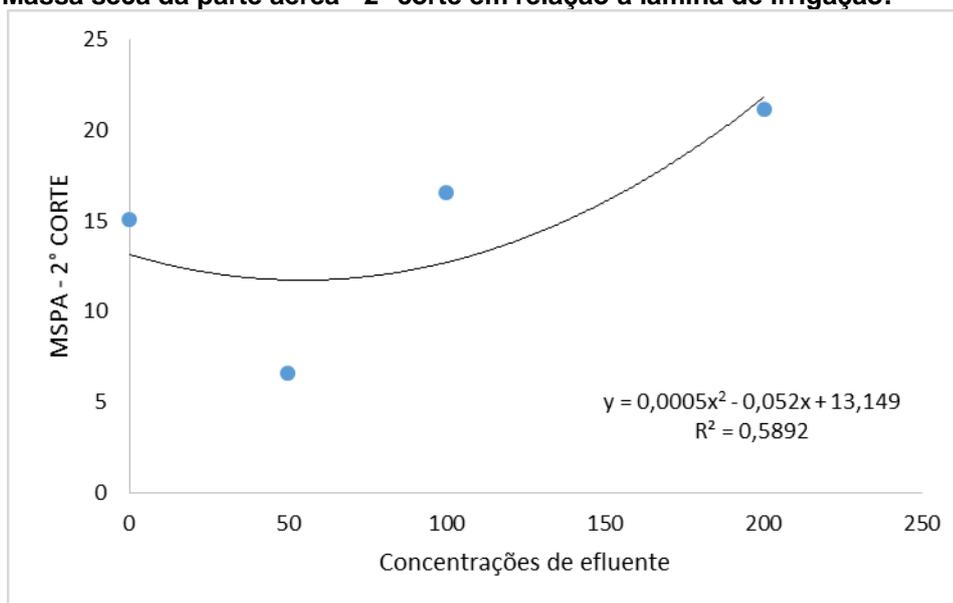
Figura 8: Massa seca da parte aérea - 1° corte em relação ao turno de rega.



Fonte: Autor (2023).

A figura 9, mostra os valores médios de MSPA ao final do ciclo da cultura, segundo corte, sendo que, a lâmina de irrigação T4 – 200% de efluente obteve a maior massa seca, com 21,16 gramas; a menor MSPA no 2° corte correspondeu ao T2- 50% de efluente com 6,58 gramas, enquanto a testemunha T1- 0% de efluente resultou em 15,08 gramas (figura 9). A mínima eficiência técnica (MET) correspondeu 52% de efluente, com 26 gramas de massa seca.

Figura 9: Massa seca da parte aérea - 2° corte em relação a lâmina de irrigação.



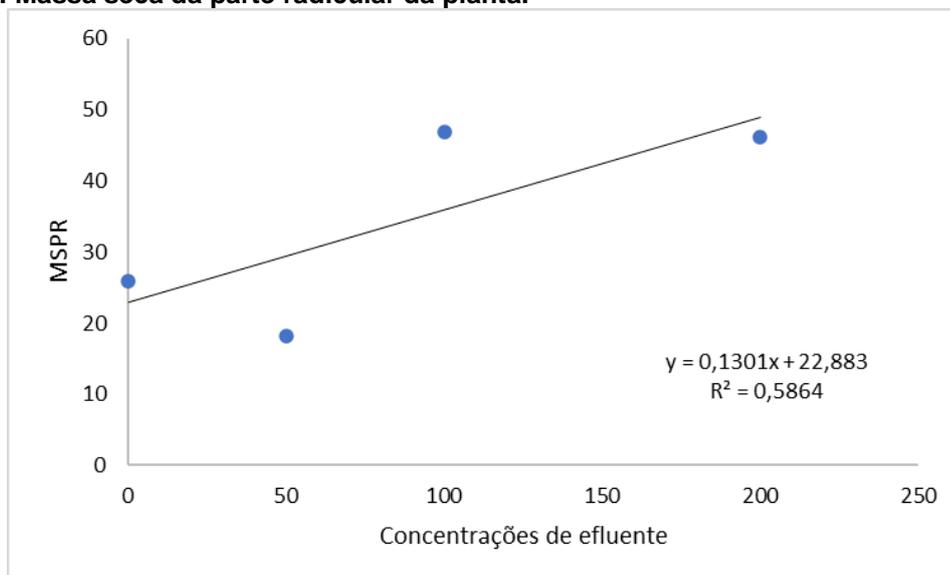
Fonte: Autor (2023).

Neto et al. (2014), analisando a influência de *azospirillum brasilense* no desenvolvimento vegetativo, produção de forragem e acúmulo de massa seca da aveia preta notaram que, todos os tratamentos que receberam doses de *azospirillum brasilense* (fixadores de nitrogênio) apresentaram desenvolvimento superior a testemunha, dados que corroboram com os encontrados neste trabalho pois, nos dois cortes se obteve maiores valores de MSPA para os tratamentos com concentrações de efluente da suinocultura (100 e 200%).

4.3.2. Massa seca parte radicular (MSPR)

Conforme mostra a figura 10, o maior valor de massa seca da parte radicular foi obtido para a lâmina de irrigação T3 – 100% de efluente com 46,83 gramas. A menor MSPR correspondeu ao T2-50% de efluente com 18,16 gramas e, a testemunha T1-0% de efluente obteve 25,83 gramas de MSPR (figura 10).

Figura 10: Massa seca da parte radicular da planta.



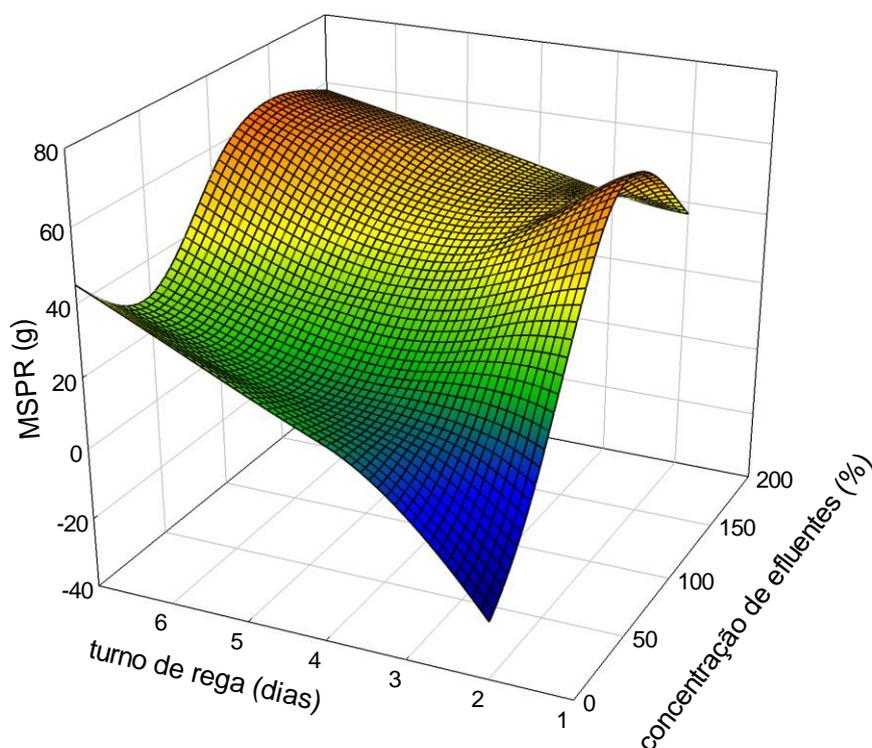
Fonte: Autor (2023).

Neto et al. (2014), analisando a influência de *azospirillum brasilense* no desenvolvimento vegetativo, produção de forragem e acúmulo de massa seca da aveia preta notaram que ao utilizarem maiores doses de *azospirillum brasilense*, está proporcionou valores superior de massa seca do sistema radicular, como o encontrado neste trabalho, ou seja, do mesmo modo que *azospirillum brasilense*

auxilia na fixação de nitrogênio, o efluente de suinocultura supre as necessidades nutricionais da planta.

Ao analisar a influência do turno de rega (dias) nas lâminas de irrigação (concentrações de efluentes), observa-se na figura 11, que a lâmina T4-200% de efluente, para um turno de rega de 7 dias proporcionou plantas com maior MSPR e, o T2-50% de efluente, no intervalo de 4 dias, resultou em menores valores de MSPR.

Figura 11: MSPR em função do turno de rega e lâmina de irrigação.



Fonte: Autor (2023).

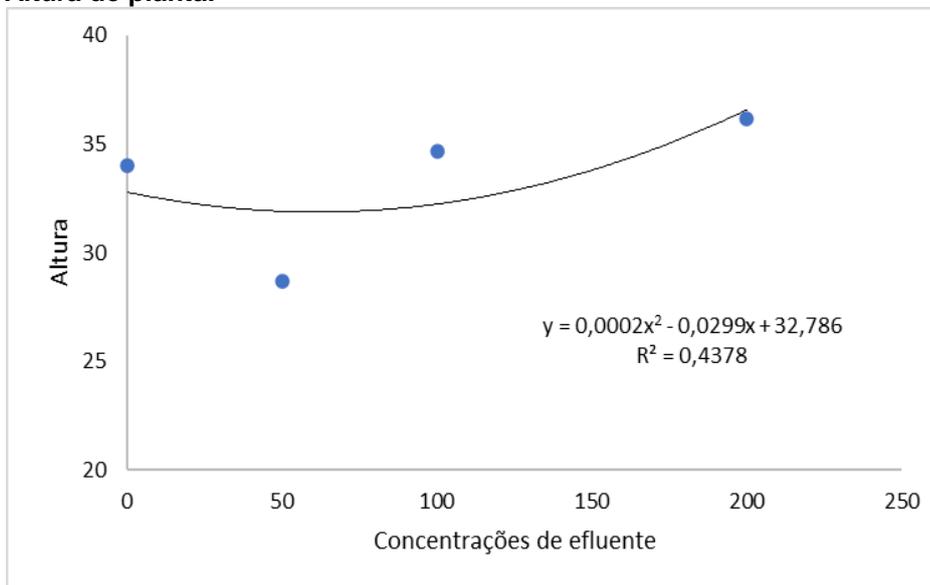
4.3.3. Altura

Para o parâmetro altura da planta houve diferença entre as lâminas de irrigação utilizadas e o turno de rega adotado. A figura 12, mostra que as maiores alturas de plantas foram obtidas para a maior lâmina de irrigação, ou seja, o T4-200% de efluente proporcionou plantas com 36,16 cm de altura.

O T1-0% de efluente, tratamento testemunha, gerou plantas com 34 cm de altura enquanto a menor altura de planta correspondeu a lâmina T2-50% de

efluente, com 28,66 cm de altura (figura 12). A mínima eficiência técnica (MET) correspondeu a 74,75% de efluente e 31,66 cm de altura de planta.

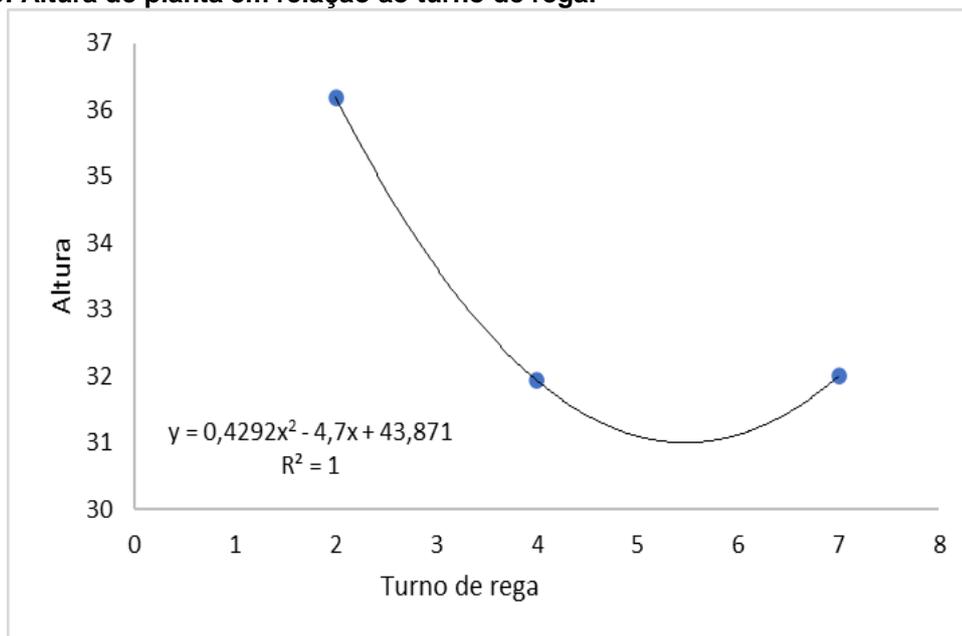
Figura 12: Altura de planta.



Fonte: Autor (2023).

Luz et al. (2008), ao estudarem a resposta da aveia preta à irrigação por aspersão e adubação nitrogenada obtiveram valores médios superiores quando utilizaram adubação nitrogenada; o que corrobora com os valores encontrados neste trabalho, onde nas plantas submetidas aos tratamentos com maiores concentrações de efluente, se obteve plantas com alturas superiores.

Conforme a figura 13, maiores alturas de plantas foram obtidos para o menor intervalo de irrigação, ou seja, plantas que eram irrigadas a cada 2 dias, geraram plantas com 36,18 cm de altura e, as menores alturas de plantas, 31,93 cm, corresponderam as plantas submetidas ao turno de rega de 4 dias. A mínima eficiência técnica (MET) correspondeu ao intervalo de 5,2 dias, com 31,00 cm de altura.

Figura 13: Altura de planta em relação ao turno de rega.

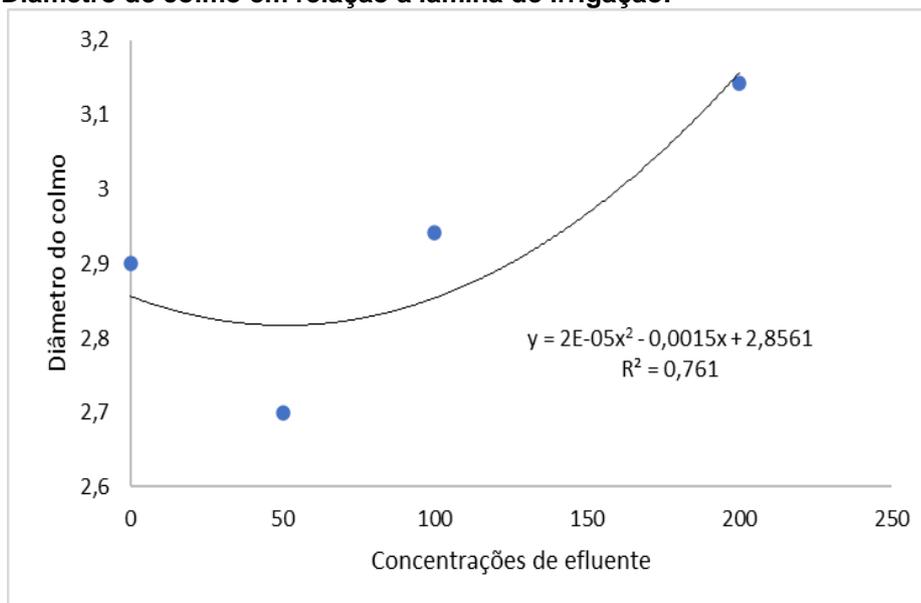
Fonte: Autor (2023).

4.3.4. Diâmetro do colmo

A figura 14 mostra a relação da lâmina de irrigação em relação ao diâmetro de colmo. A lâmina de irrigação T4 – 200% de efluente resultou em maior valor de diâmetro de colmo, independente do turno de rega adotado. A máxima eficiência técnica (MET) correspondeu à lâmina de irrigação de 37,5%, com 2,82 mm de diâmetro de colmo.

Zuravski (2022), em seu trabalho com aveia preta submetidas a diferentes épocas e doses de nitrogênio em cobertura, encontrou valores que variaram de 2,25 mm (testemunha) a 3,00 mm. Os valores foram próximos aos resultados obtidos nesse trabalho, onde, nesse trabalho ao se utilizar a lâmina de 50% de efluente se obteve 2,7 mm de diâmetro do colmo, Zuravski (2022) encontrou para sua menor dose de N (30kg em duas aplicações), 2,78 mm.

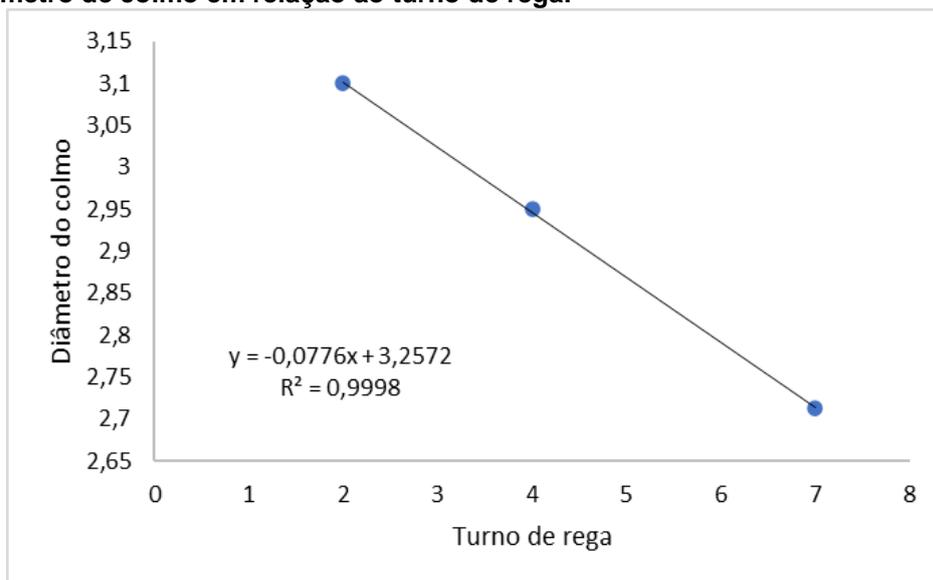
Figura 14: Diâmetro de colmo em relação a lâmina de irrigação.



Fonte: Autor (2023).

Guerreiro e Oliveira (2012), ao analisarem a produtividade de grãos de aveia branca submetida a doses de *trinexapac-ethyl* (regulador de crescimento), notaram que as plantas que receberam doses do regulador tiveram uma diminuição no diâmetro do colmo, ou seja, mesmo com o uso do regulador o menor diâmetro de colmo encontrado foi aproximadamente 3,1 mm.

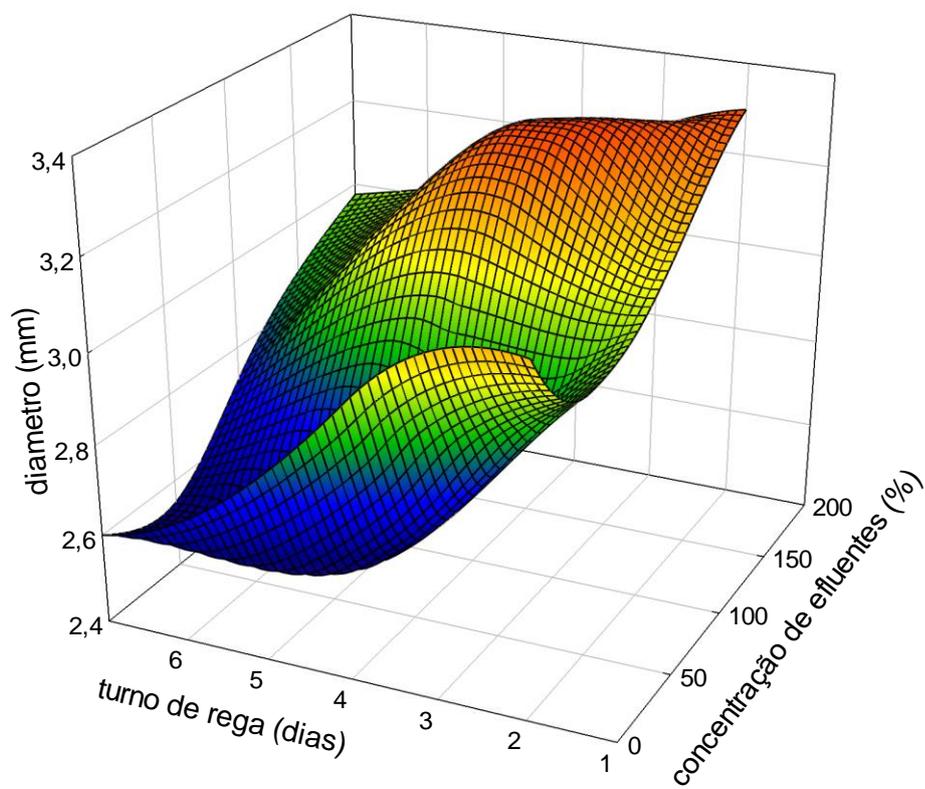
A figura 15 mostra os valores médios dos diâmetros de colmo em relação ao turno de rega adotado, logo o maior valor de diâmetro de colmo correspondeu as plantas irrigadas a cada 2 dias com 3,1 mm. Já as plantas submetidas ao turno de rega de 4 dias, proporcionaram plantas com 2,95 mm de diâmetro de colmo e, o menor diâmetro de colmo encontrado correspondeu ao maior turno de rega, 7 dias, 2,71 mm de diâmetro de colmo (figura 15).

Figura 15: Diâmetro de colmo em relação ao turno de rega.

Fonte: Autor (2023).

A figura 16 mostra os valores médios para o diâmetro de colmo em relação aos turnos de rega (dias) e a lâmina de irrigação (concentração de efluentes). A lâmina T4- 200% de efluente para o turno de rega a cada 2 dias proporcionou plantas com maiores diâmetros de colmo, 3,3 mm. Já a lâmina T1- 100%H₂O (testemunha), resultou nos em 2,6 mm de diâmetro de colmo para turno de rega de 7 dias e, a lâmina T2- 50% de efluente, que é a metade do necessário para suprir as necessidades hídricas da planta, gerou com diâmetro de colmo levemente menor que o T1, para o mesmo turno de rega, ou seja, o uso de efluente da suinocultura consegue atingir as necessidades nutricionais da planta.

Figura 16: Diâmetro de colmo em relação ao turno de rega e lâmina de irrigação.



Fonte: Autor (2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aveia preta consumiu durante todo o ciclo 283,18 mm, tendo como média 2,67 mm/dia.

A lâmina de irrigação referente a 200% de efluente, foi a que proporcionou melhores resultados para todos os parâmetros analisados, exceto para MSPR.

As lâminas de irrigação, 100 e 200% de efluente, proporcionam bons rendimentos à planta e, também suprem as necessidades nutricionais da planta, o que fica evidente comparando as lâminas de irrigação (tratamento) com a testemunha (T1- 100% H₂O), este que só obtém valores superiores quando comparado com o tratamento T2- 50% de efluente.

O turno de rega de 2 dias proporcionou melhores resultados para massa seca da parte aérea – 1º corte, altura de planta e diâmetro de colmo. A mínima eficiência técnica do turno de regas indica 5,2 dias de intervalo entre as irrigações, para os parâmetros massa seca da parte aérea e altura de planta.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. L., BELLINGIERI, P. A. **Efeito de doses de nitrogênio e potássio no crescimento, na composição química e nos teores de amônio e nitrato da parte aérea de aveia-amarela cultivada em casa de vegetação.** Científica. Jaboticabal, v. 32, n. 2, p.107-114, 2004.
- ANJOS, A. R. M. **Influência dos resíduos da mineração do xisto no crescimento e na composição química da aveia preta (*Avena strigosa* Schreber, var. Flãa nova), cultivada em vaso, com ênfase em metais pesados.** 1993. 159 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.
- BATISTA, R. O. et al. **O efeito da água residuária da suinocultura no desenvolvimento e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*.** Ciência Florestal. Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 127-135, jan.-mar., 2014.
- BARBOSA, J. A. **Manejo da adubação nitrogenada por índices espectrais em aveia-branca.** 2019. 42p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias e Veterinárias). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- BARROS, H. M. M. et al. **Reúso de água na agricultura.** Revista Verde. Paraíba, Pombal, v. 10, n. 5 (especial), p. 11 - 16, Dez., 2015.
- BAUMGARTNER, D. et al. **Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface.** Eng. Agríc. Jaboticabal, v. 27, n. 1, p.152-163, jan./abr. 2007.
- BERNARDES, W. Aveia preta: plantio e manejo para o pastejo animal. 2019. Disponível em: <<https://galpaocentrooeste.com.br/blog/aveia-preta-plantio-e-manejo-para-o-pastejo-animal/>>. Acessado em 18/01/2022.
- BOSCO, T. C. D. et al. **Caracterização de águas residuárias de suinocultura provenientes de dois sistemas de tratamento.** Revista Agrogeoambiental. Pouso Alegre, v. 8, n. 3, p. 111-120, Set. 2016.
- CRUZ, M. C. M. et al. **Utilização de água residuária de suinocultura na produção de mudas de maracujazeiro-azedo cv redondo amarelo.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1107-1112, dezembro 2008.
- FREITAS, W. S. et al. **Efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura sobre a produção do milho para silagem.** R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental. Campina Grande, v.8, n.1, p.120-125, 2004.
- GONÇALVES, M. V. M. **Fertirrigação de milho (*Zea mays* L.) com água residuária de suinocultura e piscicultura.** 2021. 55 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Instituto Federal Goiano, Rio Verde.

GUERREIRO, R. M. e OLIVEIRA, N. C. **Produtividade de grãos de aveia branca submetida a doses de *trinexapac-ethyl***. Campo Digital: Rev. Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias, v.7, n.1, p. 27-36, dez, 2012

HERMANN, D. R. **Associação de água residuária da suinocultura e adubação mineral no cultivo de aveia-preta**. 2013. 19 p. Dissertação (Mestrado em Conservação e Manejo de Recursos Naturais). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2013.

LUZ, P. H. C. *et al.* **Resposta da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) à irrigação por aspersão e adubação nitrogenada**. Acta Sci. Agron. Maringá, v. 30, n. 3, p. 421-426, 2008.

KAMIMURA, C.T. *et al.* **Possibilidades de reuso de efluentes gerados na suinocultura visando à economia de água e fertilizantes químicos**. Atas de Saúde Ambiental – ASA. São Paulo, v. 3, n. .2, p. 74-79, Ago. 2015.

MAZOCCO, L. A. **Avaliação de genótipos aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) para produção de forragem no bioma cerrado**. 2019. 33 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade de Brasília-Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília.

NETO, F. J. D. *et al.* **Influência de *azospirillum brasilense* no desenvolvimento vegetativo, produção de forragem e acúmulo de massa seca da aveia preta**. 2014. Enciclopédia Biosfera, centro científico conhecer. Goiânia, v.10, n.18.

OLIVEIRA, W. **Uso de água residuária da suinocultura em pastagens da *Brachiária Decumbens* e Grama Estrela *Cynodom Plesctostachyum***. 2006. 104 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

RIBEIRO, W. S. *et al.* **Produção de matéria verde e matéria seca de aveia branca**. In: SEMANA ACADEMICA DE AGROMONIA, 10, 2016. Anais [...]. Cascavel: Centro Universitário FAG da Semana Acadêmica do Curso de Agronomia, 2016.

SANTOS, A. S. *et al.* **Importância do reuso de água para irrigação no Semiárido**. Meio Ambiente. Brasil, v. 2, n. 3, p.15-20, 2020.

SEMEATA. Aveia preta. Disponível em: <<http://www.semeata.com.br/?sessao=produto&folder=1&ver&id=14>>. Acessado em: 18/01/2022.

SORDI, E. **Caracterização e identificação de acessos locais de *Avena strigosa* da Região Norte do Rio Grande do Sul**. 2019. 111p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2019.

SOUZA, J. A. R. *et al.* **Avaliação de frutos de tomate de mesa produzidos com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura**. Engenharia na agricultura. Viçosa, v.18, n.3, maio/junho, 2010.

ZURAVSKI, V. **Avaliação de diferentes doses de nitrogênio em cobertura na cultura da aveia preta**. 2022. 23p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul. Erechim, RS.

APÊNDICE A - Análise de variância para os parâmetros de crescimento e desenvolvimento: diâmetro do colmo (mm), altura de planta (cm), massa seca da parte aérea 1° e 2° corte (gramas) e massa seca da parte radicular (gramas).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
----- DIAMETRO -----					
TRATAMENTO	3	1.180833	0.393611	41.788	0.0000
DIAS	2	1.221667	0.610833	64.850	0.0000
REPETIÇÕES	3	0.054167	0.018056	1.917	0.1460
TRATAMENTO X DIAS	6	0.291667	0.048611	5.161	0.0008
Resíduo	33	0.310833	0.009419		
Total	47	3.059167			
----- ALTURA -----					
TRATAMENTO	3	384.250000	128.083333	71.996	0.0000
DIAS	2	189.875000	94.937500	53.364	0.0000
REPETIÇÕES	3	3.291667	1.097222	0.617	0.6090
TRATAMENTO X DIAS	6	24.625000	4.104167	2.307	0.0571
Resíduo	33	58.708333	1.779040		
Total	47	660.750000			
----- MSPA - 1° Corte -----					
TRATAMENTO	3	2529.333333	843.111111	26.903	0.0000
DIAS	2	3172.875000	1586.437500	50.623	0.0000
REPETIÇÕES	3	27.833333	9.277778	0.296	0.8280
TRATAMENTO X DIAS	6	228.791667	38.131944	1.217	0.3226
Resíduo	33	1034.166667	31.338384		
Total	47	6993.000000			
----- MSPA - 2° Corte -----					
TRATAMENTO	3	1335.562500	445.187500	7.898	0.0004
DIAS	2	348.291667	174.145833	3.090	0.0589
REPETIÇÕES	3	99.229167	33.076389	0.587	0.6279
TRATAMENTO X DIAS	6	754.875000	125.812500	2.232	0.0645
Resíduo	33	1860.020833	56.364268		
Total	47	4397.979167			
----- MSPR -----					
TRATAMENTO	3	7582.229167	2527.409722	23.495	0.0000
DIAS	2	3539.041667	1769.520833	16.450	0.0000
REPETIÇÕES	3	974.895833	324.965278	3.021	0.0435
TRATAMENTO X DIAS	6	1367.458333	227.909722	2.119	0.0775
erro	33	3549.854167	107.571338		
Total corrigido	47	17013.479167			