



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FARROUPILHA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO SORGO FORRAGEIRO SOB DIFERENTES
REGIMES DE IRRIGAÇÃO SUPERFICIAL EM VASOS COM REÚSO DE
EFLUENTE DA SUINOCULTURA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Luana Di Verona Ferreira Brasil Appratto

Alegrete, RS, Brasil

2017

**PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO SORGO FORRAGEIRO SOB DIFERENTES
REGIMES DE IRRIGAÇÃO SUPERFICIAL EM VASOS COM REÚSO DE
EFLUENTE DA SUINOCULTURA**

por

Luana Di Verona Ferreira Brasil Appratto

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola,
do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IF Farroupilha,
RS) e da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA, RS), como requisito parcial
para obtenção do grau de

Bacharela em Engenharia Agrícola

Orientador: Prof. Dr. Roberlaine Ribeiro Jorge

Alegrete, RS, Brasil.

2017

**INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FARROUPILHA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

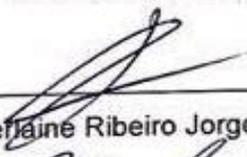
A comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de
Curso

**PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO SORGO FORRAGEIRO SOB DIFERENTES
REGIMES DE IRRIGAÇÃO SUPERFICIAL EM VASOS COM REÚSO DE
EFLUENTE DA SUINOCULTURA**

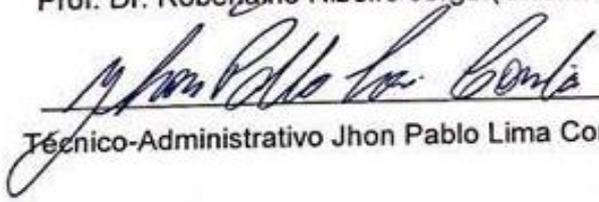
elaborado por
Luana Di Verona Ferreira Brasil Appratto

**Como requisito parcial para a obtenção de grau de
Bacharela em Engenharia Agrícola**

COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr. Robeizaine Ribeiro Jorge (Orientador – Unipampa)



Técnico-Administrativo Jhon Pablo Lima Cornélio (Unipampa)

Prof.ª Dr.ª Eracilda Fontanela (Unipampa)

Alegrete, 20 de junho de 2017.

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).

AL926p Appratto, Luana Di Verona Ferreira Brasil Appratto
Produtividade da cultura do sorgo forrageiro sob diferentes regimes de irrigação
superficial em vasos com reúso de efluente da suinocultura / Luana Di Verona Ferreira
Brasil Appratto.
48 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação) -- Universidade
Federal do Pampa, ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2017.
"Orientação: Roberlaine Ribeiro Jorge".

1. Efluente Suinocultura. 2. Reúso. 3. Água Residuária. I. Título.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, meus pais Luis Alberto e Ana Aurora, meu noivo Dione Morais, meus professores e colegas.

“O conhecimento nos faz responsáveis”.
Che Guevara

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso II
Curso de Engenharia Agrícola
Universidade Federal do Pampa, RS, Brasil
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, RS, Brasil

PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO SORGO FORRAGEIRO SOB DIFERENTES REGIMES DE IRRIGAÇÃO COM REÚSO DE EFLUENTE DA SUINOCULTURA

Autor: Luana Di Verona Ferreira Brasil Appratto

Orientador: Roberlaine Ribeiro Jorge

Alegrete, 27 de junho de 2017.

A água é um recurso natural finito e fundamental para a sobrevivência dos seres vivos. Na agricultura a irrigação é importante para que se possa disponibilizar as culturas agrícolas a quantidade necessária de água para seu bom desenvolvimento, a fim de suprir sua demanda hídrica e a demanda populacional por alimentos. Sabendo disto, o uso eficiente e racional dos recursos hídricos são fundamentais para a conservação do meio ambiente. Este trabalho teve como objetivo analisar a produção de massa seca (MS) do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), sob diferentes regimes de irrigação e adubação, utilizando efluente da suinocultura, semeada sobre cobertura de solo com aveia preta dessecada. Foi realizada simulação de pastejo através de um corte da área foliar aos 50 dias, aproximadamente. O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Universidade Federal do Pampa – Campus Alegrete. A cultura foi submetida a quatro tratamentos distintos de irrigação onde sua lâmina de irrigação foi calculada através da leitura do tanque classe “A” e suas formulações para determinar a evapotranspiração de referência (ET_o) e evapotranspiração da cultura (ET_c). Os tratamentos foram: 1 – Água do poço artesiano (Testemunha); 2 – Efluente da Suinocultura; 3 – O dobro do tratamento 2; e 4 – O quádruplo do tratamento 2. Os dados experimentais apresentaram discrepância, com isso, foi aplicado teste de normalidade e estatística descritiva. Como os dados não são normais, não pode-se realizar anova, levando a utilização do teste de Teste de Mann-Whitney ou Teste “U” ao nível de 5% de probabilidade para análise dos dados. A utilização de água no poço artesiano e diferentes lâminas de irrigação com efluente

suíno não apresentaram diferença significativa entre os resultados. E a temperatura no interior da casa de vegetação e utilização do dissecante em pastagem antecedente para produção de massa seca e proteção do solo para receber o sorgo forrageiro pode ter influenciado negativamente na produtividade de massa seca.

Palavras-chave: Forrageira, reúso da água, uso racional dos recursos hídricos.

ABSTRACT

Conclusion of course work
Course of Agricultural Engineering
Federal University of Pampa, RS, Brazil
Federal Institute of Education, Science and Technology Farroupilha, RS, Brazil

SORGO CULTURE OF PRODUCTIVITY FORAGE UNDER DIFFERENT IRRIGATION SCHEMES WITH PIG INDUSTRY WASTEWATER REUSE

Author: Luana Di Verona Ferreira Brasil Appratto

Adviser: Roberlaine Ribeiro Jorge

Alegrete, June 27th, 2017.

Water is a finite natural resource and fundamental for the survival of living beings. In agriculture, irrigation is important so that agricultural crops can be made available the necessary amount of water for their proper development, in order to supply their water demand and the population demand for food. Knowing this, the efficient and rational use of water resources are fundamental for the conservation of the environment. The objective of this work was to analyze the dry mass (DM) yield of sorghum bicolor (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) under different irrigation and fertilization regimes, using swine effluent, sown on soil cover with dried oats. A grazing simulation was performed through a cut of the leaf area at approximately 50 days. The experiment was conducted in the greenhouse of the Federal University of Pampa - Alegrete Campus. The culture was submitted to four different irrigation treatments where its irrigation depth was calculated by reading the class "A" tank and its formulations to determine reference evapotranspiration (ET_o) and crop evapotranspiration (ET_c). The treatments were: 1 - Water from the artesian well (Witness); 2 - Swine Effluent; 3 - Double the treatment 2; And 4 - The quadruple of the treatment 2. The experimental data presented discrepancy, with that, was applied test of normality and descriptive statistics. As the data are not normal, it can not be performed in an anova, leading to the use of the Mann-Whitney Test or "U" Test at the 5% probability level for data analysis. The use of water in the artesian well and different slides of irrigation with swine effluent did not present significant difference between the results. And the temperature inside the greenhouse and use of the desiccant in

previous pasture for the production of dry mass and protection of the soil to receive the sorghum forage may have had a negative influence on the dry mass yield.

Keywords: forage, water reuse, rational use of water resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tanque classe A e suas dimensões.....	23
Figura 2 - Tanque classe A sem bordadura de grama.....	28
Figura 3 - Planta baixa da casa de vegetação.....	28
Figura 4 – Disposição dos vasos, plantas de sorgo forrageiro aos 27 dias a partir da semeadura.....	29
Figura 5 – (a) (b) Disposição das sementes de aveia-preta no substrato de papel.....	31
Figura 6 – (a) Sorgo aos 10 dias pós semeadura. (b) 50 dias pós semeadura e data do corte da massa verde.....	32
Figura 7 – Análise química do Efluente Suíno correspondentes a 5 leituras com o multiparâmetro.....	35
Figura 8 – Análise química da água proveniente do Poço Artesiano correspondente a 3 leituras.....	36
Figura 9 – Produtividade de massa verde e massa seca do sorgo Nutribem sob diferentes efluentes e laminas e água.....	37
Figura 10 – Média dos quatro tratamentos, sendo T1 o testemunha.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos estádios de desenvolvimento do sorgo.....	19
Tabela 2 - Coeficiente de cultivo nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura do sorgo.....	22
Tabela 3 - Coeficiente do Tanque Classe A (K_p).....	24
Tabela 4 – Definição dos tratamentos e lâmina de irrigação.....	29
Tabela 5 - Eficiência de água do sistema de irrigação.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EC - Etapa de Crescimento

PVC - Policloreto de Polivinila

SMP - Schoemaker, McLean & Pratt

P - Fósforo

K - Potássio

Al_{troc} - Alumínio trocável

Ca_{troc} - Cálcio trocável

Mg_{troc} - Magnésio trocável

CTC - Capacidade de Troca de Cátions

Ph - Potencial Hidrogeniônico

T - Tratamento

Li - Lâmina de Irrigação

ETo - Evapotranspiração de Referência

ETc - Evapotranspiração da Cultura

Kc - Coeficiente de Cultivo

Kp - Coeficiente do Tanque

Et - Evaporação do Tanque

Ei - Eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação

Sumário

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivos	16
1.1.1 Objetivo geral	16
1.2 Estrutura do estudo	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 Sorgo	18
2.2 Fenologia	18
2.2.1 Desenvolvimento da Planta	18
2.2.2 Estádios Vegetativos	19
2.3 Exigências Climáticas	19
2.3.1 Temperatura	20
2.3.2 Necessidade Hídrica	20
2.3.3 Radiação Solar	20
2.4 Época de Semeadura	21
2.4.1 Semeadura	21
2.4.2 Adubação	21
2.5 Coeficiente da Cultura (kc)	21
2.6 Tanque Classe A	22
2.6.1 Coeficiente do Tanque (kp)	23
2.6.2 Evapotranspiração	24
2.6.2.1 Evapotranspiração da cultura e evapotranspiração de referência	25
2.8 Água de Reúso	25
2.8.1 Água de Reúso na Agricultura	26
2.8.2 Efluente Suinocultura	26
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Local e Época do Experimento	28
3.2 Área Experimental	28
3.3 Tratamentos	29
3.4 Solo	30
3.5 Águas Utilizadas	30
3.8 Semeadura	31
3.8.1 Cultivar	32
3.9 Irrigação	32
3.10 Simulação manual de pastejo	34
3.11 Obtenção dos dados de massa seca	34
3.12 Análise estatística	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	40

1 INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo está se difundindo cada vez mais no país, essa pastagem contribui para a oferta de alimentos, pecuária, produção de volumosos, estoque reguladores de grãos energéticos, além disso, permite maior competitividade no setor e reduz custos. Segundo o IBGE (2015), no ano de 2014 o Brasil alcançou um rebanho efetivo bovino de 212,3 milhões de unidades animal, tendo um acréscimo de 0,3% com relação ao ano anterior, mantendo a segunda colocação no *hanking* mundial. Tristão (2011), diz que a principal fonte alimentar da bovinocultura são as pastagens, sendo o sorgo uma ótima opção para a atividade.

No planeta a quantidade de água consumível é equivalente a 1%, ou seja, 99% da água disponível não serve para o consumo humano e demais atividades dependentes da água doce, sendo que o custo envolvido para sua exploração é muito elevado tornando-se inviável. Desta pequena parcela, 65% é utilizada na agricultura, 25% na indústria e 10% com finalidade urbana. (MANCUSO et al., 2003)

É notável a crise relacionada à oferta de água no mundo e para suprir a demanda por alimentos em virtude do aumento populacional, a agricultura irrigada entra para somar (PLAYÁN & MATEOS, 2006).

Segundo Araújo et al. (1999), a utilização de águas residuárias na irrigação, desde que utilizadas criteriosamente trazem benefícios as culturas devido aos nutrientes presentes no efluente que quando drenado pelo solo funciona como um filtro alimentador do lençol freático.

A irrigação de culturas com água de reúso quando dimensionados de maneira adequada, ou seja, corretamente, é uma maneira limpa, segura e econômica de obter alta produtividade. (BOHLEY, 1970).

Segundo Gomes Filho (2000) e Barros (2005) devido ao impacto negativo que o lançamento do efluente da suinocultura causa nas coleções de água e a fiscalização rígida pelos órgãos responsáveis, os produtores buscam um destino adequado para esse problema. Matos (2007) comenta que a utilização dessa água residuária em áreas agricultáveis entra como alternativa para solucionar esse problema.

No Brasil, o objetivo da utilização do reúso suíno é minimizar os impactos ambientais, sendo que, o efluente é armazenado em lagoas ou tanques e aplicados em lavouras e pastagens como fonte de nutrientes. No entanto, quando a aplicação ocorre sem conhecimentos técnicos e científicos e orientação de um profissional, pode

prejudicar a estrutura química do solo (VIVAN et al., 2010). Aguiar & Drumond (2002) comentam que a irrigação proveniente do efluente suíno em pastagens e sua recuperação é um tema que requer atenção. Isto devido a seu potencial poluidor quando não manejados adequadamente.

A determinação da quantidade de água necessária para a irrigação é um dos principais parâmetros para o correto planejamento, dimensionamento e manejo de qualquer sistema de irrigação, bem como para avaliação de recursos hídricos (SALASSIER, 2006).

Kozen (1983), diz que a aplicação de dejetos suínos em pastagem de braquiaria, com doses de $180\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ possibilitou dobrar a capacidade de lotação (bovinos) devido ao aumento na produtividade da massa seca.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Determinar a produtividade de massa seca de sorgo forrageiro produzida sob diferentes regimes de irrigação, utilizando água residuária proveniente da lavagem de pocilga, simulando o pastejo através de cortes e quantificando-os.

Objetivos específicos

- i. Comparar a fertirrigação de efluente suíno com irrigação convencional de água do poço artesianos na pastagem de sorgo forrageiro.
- ii. Verificar as mudanças bioquímicas ocorridas no efluente suíno a partir de seu armazenamento e decorrer do experimento.

1.2 Estrutura do estudo

A estrutura do estudo está composta por quatro capítulos, sendo eles:

- Capítulo 1: Introdução;
- Capítulo 2: Revisão de Literatura;
- Capítulo 3: Metodologia; e
- Capítulo 4: Resultados e Discussões.
- Capítulo 5: Conclusões e Recomendações.

O capítulo nº 1 faz uma introdução geral sobre o tema central, ressaltando o problema, justificando a sua escolha.

O capítulo nº 2 aborda o estado da arte relativo ao uso agrícola de águas residuária oriundas da suinocultura. Sabendo-se do risco de salinização e sodificação que pode resultar a partir da irrigação com efluentes de suinocultura. No capítulo nº 3 é discutido a metodologia de execução do trabalho. No capítulo nº 4, o tema em questão são os resultados e discussões no estudo proposto, e o capítulo nº 5, as conclusões e recomendações futuras.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Sorgo

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], nativo da África é uma gramínea pertencente à família Poaceae, está entre os principais cereais cultivados no mundo. Sua produção, em alguns continentes principalmente africanos e asiáticos e em regiões semiáridas representa grande relevância, contribuindo para a alimentação humana estando presente diariamente em suas mesas. Enquanto no Brasil e em alguns países ocidentais o cultivo do sorgo é substancialmente utilizado para alimentação animal (EMBRAPA, 2015).

A cultura do sorgo cada vez mais vem tomando destaque na agropecuária brasileira por apresentar boa digestibilidade, alto teor energético e elevada produtividade, além disto, diferentemente de outras culturas de verão o sorgo resiste à ambientes secos e quentes. Esta planta é utilizada para corte verde como silagem, pastejo e os grãos como alimento humano e ração animal (BUSO et al., 2011).

Segundo Neumann et al. (2005), a utilização de pastagens de verão é um método eficiente de uso da terra quando há finalidade de engorda de animais em pastejo, visando o aumento da produtividade.

O estágio de desenvolvimento do sorgo tem influência sobre a produção de matéria seca. Owen & Moline (1975) asseguram maior produção animal por hectare quando disponibilizado o pastejo com altura da planta entre 75 e 100 centímetros, enquanto Norman & Phillips (1968) verificaram que o período de pré-floração foi o estágio que mais produziu matéria seca.

2.2 Fenologia

De modo geral, a fenologia consiste no estudo dos eventos e/ou ciclos biológicos das plantas.

2.2.1 Desenvolvimento da Planta

O sorgo é autógamo, ou seja, tanto o sexo feminino quanto o masculino estão presentes no mesmo indivíduo, com isso, apresentam taxa de fecundação baixa (PAUL, 1990). Esta cultura apresenta metabolismo C4, o fotoperiodismo responde à dias mais curto e taxas fotossintéticas altas. Doggett (1970), comenta que são 3 as

etapas de crescimento EC1, EC2 e EC3. A EC1 representa a primeira fase, compreende a semeadura até o aparecimento da panícula, a segunda fase vai da iniciação da panícula ao florescimento e a terceira fase ocorre do florescimento até maturação fisiológica.

2.2.2 Estádios Vegetativos

Em escala proposta por Vanderlip & Reeves (1972), são 9 os estádios de desenvolvimento da planta do sorgo, conforme Tabela 1:

TABELA 1 - Descrição dos estádios de desenvolvimento do sorgo.

ESTÁDIO	DESCRIÇÃO DO ESTÁDIO
0	Emergência
1	Lígula da terceira folha visível
2	Lígula da quinta folha visível
3	Diferenciação do ponto de crescimento
4	Folha bandeira visível no verticilo
5	Emborrachamento
6	Metade do florescimento
7	Grãos em massa mole
8	Grãos em massa dura
9	Maturidade fisiológica

Fonte: Adaptado de Vanderlip e Reeves (1972).

2.3 Exigências Climáticas

O sorgo é uma cultura de clima tropical, porém, devido ao grande número de variedades, responde muito bem a regiões temperadas quando existe estação anual quente (EMBRAPA, 1980).

2.3.1 Temperatura

Zeledón et al. (2007) comentam que, devido a sua origem, o sorgo se adapta a temperaturas entre 20 e 40°C. Quando a temperatura não se enquadra nesses limites pode ocasionar aceleração no processo de maturação (antese) da planta, abortamento das flores e dos embriões. Para a EMATER (2012) na fase de florescimento as temperaturas ideais se encontram entre 26 e 30°C, sendo a temperatura de 18°C considerada mínima para o cultivo do sorgo.

2.3.2 Necessidade Hídrica

A planta de sorgo possui alta tolerância a situações de estresse hídrico devido a eficiência de uso de água. Dentre os mecanismos responsáveis por tal efeito pode-se destacar o sistema radicular profundo e ramificado, a capacidade de entrar em dormência quando ocorre estresse hídrico e o número elevado de estômatos. O sorgo é capaz de retomar o desenvolvimento quando o estresse hídrico for amenizado. (FEPAGRO, 2011). Segundo Mengel & Kirkby (1978) para a produção de 1 quilograma de massa seca a cultura transpira de 277 a 349 litros de água.

Conforme EMBRAPA (1988) a evapotranspiração da cultura do sorgo durante o ciclo é de 450 a 500 mm, podendo haver variações conforme a cultivar, demanda evaporativa da atmosfera e outros fatores da época de plantio. Em regiões onde o cultivo é mais expressivo a precipitação anual não excede 1000 mm, não exigindo irrigação, quando a precipitação se encontra abaixo de 450 mm anuais é necessária a irrigação.

Embora esta gramínea apresenta resistência a seca e temperaturas elevadas, quando existe déficit hídrico, sua taxa de desenvolvimento diminui. São dois os períodos críticos relacionados a disponibilidade de água; o primeiro período ocorre ao realizar o plantio se estendendo até 20 a 25 dias após germinado, o segundo em fase de floração, segundo (EMATER, 2012).

2.3.3 Radiação Solar

Condições favoráveis à cultura estão diretamente relacionadas com a produtividade. Quando a intensidade luminosa é aumentada, conseqüentemente aumenta a produtividade. A cultura do sorgo tolera níveis elevados de radiação solar,

respondendo a altas taxas fotossintéticas, reduzindo a abertura dos estômatos e fazendo com que transpire menos, ou seja, perdendo menos água. (EMBRAPA, 2008).

2.4 Época de Semeadura

No Rio Grande do Sul, a semeadura do sorgo é feita em meados de final de setembro a início de fevereiro, onde os melhores resultados se dão de outubro a dezembro. A cultura se ajusta a solos médios e arenosos, permeáveis e profundos. (KLUTHCOUSKI et al., 2004).

2.4.1 Semeadura

Conhecer as características das cultivares a qual se deseja trabalhar é fundamental para obter produtividade satisfatória. Para o sorgo forrageiro em semeadura a lanço a densidade de semeadura deve ser de 20 a 30 quilograma por hectare e, se bem manejado, pode-se obter uma população de 600 mil plantas por hectare (EMBRAPA, 2008). Conforme Copérdia (2015), a profundidade em que o sorgo deve ser semeado é de 1 a 2 centímetros.

2.4.2 Adubação

Copérdia (2015) sugere que para a cultivar NutriBEM a adubação em época de plantio seja de 200 a 300 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, fósforo e potássio – NPK. Durante a manutenção, recomenda-se 350 kg.ha⁻¹ de adubo nitrogenado e 100 kg.ha⁻¹ de adubo potássico.

2.5 Coeficiente da Cultura (kc)

Para determinação da demanda hídrica os fatores de evapotranspiração e de coeficiente de cultura (kc) são muito relevantes. Com isso, se torna possível um estabelecimento temporal e a quantidade de água necessária para a cultura (ANTUNES, 2000; NETO et al., 2001). Durante o ciclo produtivo da cultura o kc varia de acordo com o estágio fenológico da planta. Em seu estabelecimento, o kc tende a ser mais baixo, aumenta durante seu desenvolvimento, estabiliza ou até mesmo

diminui (OLIVEIRA et al., 2007). O coeficiente de cultivo está representado na Tabela 2.

Tabela 2 – Coeficiente de cultivo nas diferentes fases de desenvolvimento do sorgo.

INICIAL (Fase 1)	DAP ¹	DESENVOLVI- -MENTO DA CULTURA (Fase 2)	DAP ¹	PERIODO VEGETATIVO (Fase 3)	DAP ¹	FINAL DO CICLO (Fase 4)	DAP ¹
0,4	*30	0,75	*31- **60	1,1	*61- **90	0,8	*91- **120

*Umidade elevada (UR min>70%) e vento fraco (U<5m/s); **Umidade baixa (URmin <20%) e vento forte (U>5 m/s) ¹DAP – Dias após o Plantio.

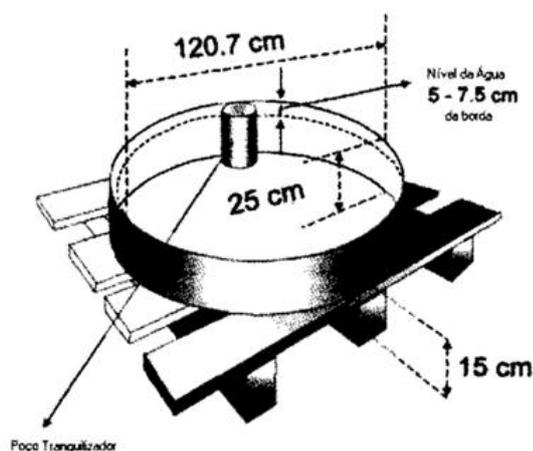
Fonte: Adaptado de Mendes (1997)

2.6 Tanque Classe A

Tanque Classe A é um aparato composto de um tanque de aço inox com dimensões padronizadas (Figura 1), de um parafuso micrométrico utilizado para medição do nível da água, por meio de um medidor tipo âncora e uma rosca sem fim graduado a cada 0,01 mm e de um poço tranquilizador com a função de estabilizar a superfície da água para a medição da altura da lâmina evaporada (CARTILHA INSA, 2013).

O método indireto evaporímetro é utilizado para medir a evaporação da água, o tanque classe A. É um equipamento muito utilizado para determinar a evaporação, pois seu custo é baixo comparado a outros equipamentos. O objetivo é medir a evaporação de uma superfície de água livre associados a outros fatores (SALASSIER, 2006).

Figura 1 – Tanque classe A

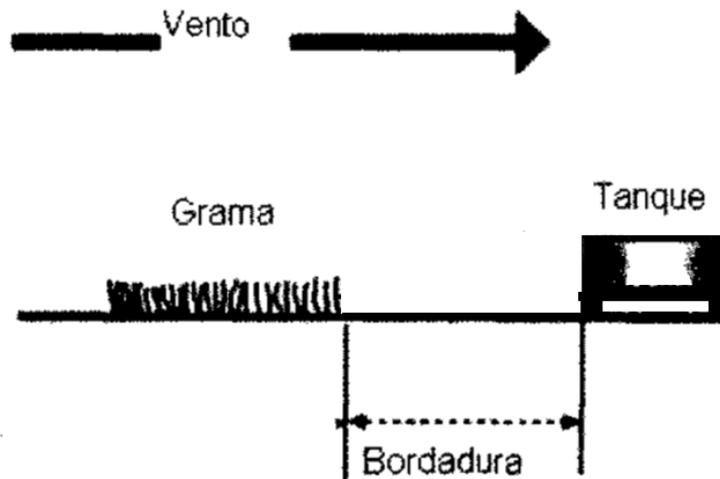


Fonte: Adaptado de Allen et. al., 1998.

2.6.1 Coeficiente do Tanque (k_p)

O coeficiente do tanque classe A (k_p) é relacionado com o tamanho e cobertura da bordadura (Figura 2), a velocidade do vento e a umidade relativa do ar (DOORENBOS & PRUITT, 1976). A medição desses parâmetros pode ser realizada dentro da casa de vegetação para a escolha do k_p . Citado por Farias et al. (1994), Prados (1986) ao trabalharem com a cultura do tomateiro em casa de vegetação, perceberam que havia semelhanças entre os valores obtidos do k_p e do k_c (coeficiente da cultura) e os valores de k_c encontrados na bibliografia, com isso concluíram que o k_p em casa de vegetação deve ser próximo de 1,0.

Figura 2 – Tanque Classe A sem bordadura de grama



Fonte: Adaptado de Allen et al., 1998.

No Tabela 3 encontra-se os valores dos k_p 's para diferentes situações encontrados para o tanque classe A.

Tabela 3 – Coeficiente do Tanque Classe A (k_p)

Velocidade do Vento (m/s)	TANQUE SOBRE GRAMA				TANQUE SOBRE SOLO NU			
	Bordadura (m)	Umidade Relativa (%)			Bordadura (m)	Umidade Relativa (%)		
		<40	40-70	>70		<40	40-70	>70
<2,0	1	0,55	0,65	0,75	1	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	1000	0,50	0,60	0,70
2,0 a 5,0	1	0,50	0,60	0,65	1	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	10	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	100	0,50	0,60	0,65
	1000	0,70	0,80	0,80	1000	0,45	0,55	0,60
5,1 a 8,0	1	0,45	0,50	0,60	1	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	10	0,50	0,55	0,65
	100	0,60	0,65	0,70	100	0,45	0,50	0,60
	1000	0,65	0,70	0,75	1000	0,40	0,45	0,55
>8,0	1	0,40	0,45	0,50	1	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	10	0,45	0,50	0,55
	100	0,50	0,60	0,65	100	0,40	0,45	0,50
	1000	0,55	0,60	0,65	1000	0,35	0,40	0,45

Fonte: Adaptado de Doorenbos & Kassam (1979).

2.6.2 Evapotranspiração

A evapotranspiração pode ser definida como a evaporação da água presente no solo ou proveniente da irrigação, a água da chuva e a transpiração vegetal em forma de vapor através de seus estômatos. Os fatores como planta, solo e clima estão

diretamente relacionados com a evapotranspiração. O fator clima é predominante aos demais, devido a necessidade hídrica de determinada cultura ser variável com a extensão de área coberta e as estações do ano (SALASSIER, 2006).

2.6.2.1 Evapotranspiração da cultura e evapotranspiração de referência

A evapotranspiração da cultura é a quantidade de água que determinada cultura necessita durante todo seu ciclo hidrológico, ou seja, em seus diferentes estádios. Conhecer esse valor é necessário para saber a quantidade de água que deve ser reposta no solo (BASSOI et al., 2001). Segundo Salassier (2006) a evapotranspiração de referência consiste na evapotranspiração de uma cultura presente em toda extensão do solo em condições ótimas de desenvolvimento, ou seja, crescimento ativo e sem restrição hídrica.

2.7 Cobertura Vegetal

ALMEIDA (1991), comenta a importância e benefícios que a cobertura do solo com pastagem trazem para o estabelecimento de uma nova cultura, melhorando as características físicas, químicas e biológicas do solo. Além disso ADEGAS (1997), diz que a cobertura morta protege o solo dos raios solares, reduz sua temperatura e inibe a emergência de plantas daninhas.

2.7.1 Aveia Preta (*Avena strigosa*)

A aveia preta é um cereal que produz grande quantidade de massa seca em qualidade. Esse material é utilizado para alimentação animal e como cobertura de solo (MACHADO, 2000). Segundo ALMEIDA & RODRIGUES (1985), o cultivo dessa gramínea reduz o custo de controle de plantas daninhas pois diminuem a infestação de invasoras.

2.8 Água de Reúso

O reúso da água é uma técnica cada vez mais reconhecida, caracteriza-se como uma prática inteligente para racionalização dos recursos hídricos. A sustentabilidade no Brasil caminha lentamente no que se refere ao reúso de efluentes, porém, revela-se ser uma técnica segura (TALLES & COSTA, 2007).

A qualidade da água esta relacionada com a capacidade de satisfazer uma necessidade, pode apresentar diferenças, tudo depende da finalidade ou destino dado a ela (TALLES & COSTA, 2007).

2.8.1 Água de Reúso na Agricultura

O uso da água para fins agrícolas no Brasil pode chegar a 80% ao final da década. Com esse valor tão expressivo, regulamentar o reúso da água na agricultura e promovê-lo através de políticas públicas se torna cada vez mais necessário, além do fator consumo deste recurso natural tão importante. Essa prática tem aumentado devido ao alto custo de fertilizantes, o problema crescente de encontrar fontes alternativas de água para irrigar, receptividade sociocultural, entre outros (MANCUSO et al., 2003).

“Sistemas de reúso de água para fins agrícolas adequadamente, planejados e administrados, proporcionam melhorias ambientais e melhorias de condições de saúde, entre as quais: minimização das descargas de esgoto em corpos de água; preservação dos recursos subterrâneos, principalmente em áreas onde a utilização excessiva de aquíferos provoca intrusão de cunha salina ou subsidência de terrenos; permite a conservação do solo, pela acumulação de húmus, e aumenta a resistência de água; aumenta a concentração de matéria orgânica do solo, possibilitando maior retenção de água; contribui, principalmente em áreas carentes, para o aumento da produção de alimentos, elevando, assim, os níveis de saúde, qualidade de vida e condições sociais de populações associadas aos esquemas de reúso.” (MANCUSO et al., 2003, p. 61)

2.8.2 Efluente Suinocultura

O lançamento direto do esterco sem o tratamento devido nos cursos d'água é a causa principal da poluição. Matéria orgânica, bactérias fecais, nutrientes e sedimentos são os principais constituintes dos dejetos suínos, como fezes, urina, água desperdiçada pelos bebedouros e de higienização, resíduos de ração, pêlos, poeiras e outros materiais decorrentes do processo criatório (KONZEN, 1997).

O esterco líquido aplicado em quantidades elevadas no solo, durante um período de vários anos, poderá provocar sobrecarga na capacidade de infiltração do solo e retenção de nutrientes da água residuária. A grande consequência disso são grandes problemas devido à possibilidade desses nutrientes atingirem as águas superficiais ou subterrâneas (OLIVEIRA, 1993). Diante disso, é de grande importância que o setor produtivo tome consciência da degradação ambiental causada pelo

lançamento de águas residuárias da suinocultura nas coleções de água e, diante da ação fiscalizadora de órgãos públicos responsáveis pela qualidade do ambiente, busquem soluções específicas no sentido de tratar, dispor ou reutilizar os resíduos (GOMES FILHO, 2000).

Os dejetos suínos podem apresentar os nutrientes necessários e, em quantidade suficiente para serem utilizados na fertirrigação das culturas agrícolas, aumenta a produtividade. Porém, alguns cuidados devem ser tomados para evitar riscos que estão associados à prática desse reuso, como contaminação da água por vírus, protozoários, bactérias e outros (GOMES FILHO et al., 2001). Apesar do efluente de suínos apresentar elevado potencial poluidor, existe a possibilidade de utilizar esse efluente na fertirrigação, o que se tornaria uma alternativa econômica para a propriedade rural, desde que manejado adequadamente e sem comprometer a qualidade ambiental.

Bley Junior (2011) afirma que a composição química dos dejetos suínos são consagrados no mundo como insumos de alto valor, comparado a fórmula comercial de fertilizante químico 08-30-20, encontrado no mercado com o preço de R\$ 330,00 a tonelada. Para se tornar viável a utilização do efluente suíno, a aplicação deve ser feita na própria propriedade ou a uma distância média de 2,5 km do ponto de captação.

O efluente suíno pode apresentar diversas variações em seus componentes, dependendo do sistema de manejo adotado. Vivan et al, (2010) afirmam que um suíno produz um volume considerável de dejetos por dia. E uma granja com 300 matrizes podem ser geradas 45 mil litros de efluente diariamente. Tais dejetos são compostos por matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre e outros elementos incluídos nas dietas dos animais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

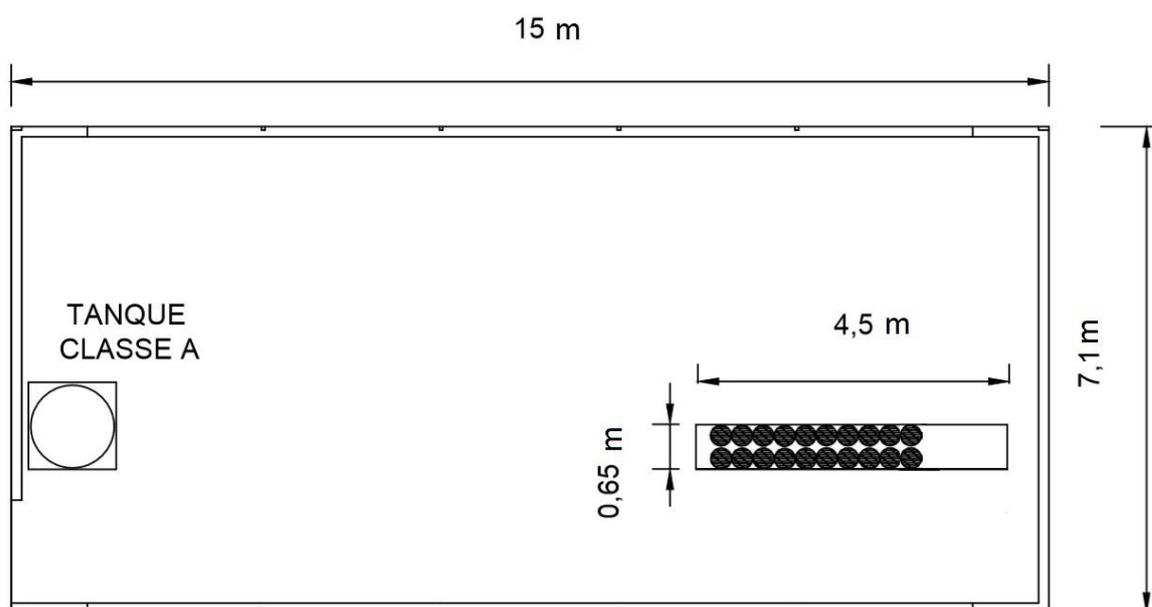
3.1 Local e Época do Experimento

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Campus Alegrete – Rio Grande do Sul. A cidade de Alegrete apresenta coordenadas geográficas 29.4701° a sul e a uma longitude de 55.4727° oeste, o município se encontra a 121 metros acima do nível do mar com clima subtropical.

3.2 Área Experimental

Na Figura 3, é possível observar a planta baixa da casa de vegetação, disposição das unidades experimentais (destacadas) e a localização do tanque classe A.

Figura 3 – Planta baixa da casa de vegetação.



Desenho feito através do software Autocad® versão para estudantes.

Fonte: O autor

Para semear o sorgo forrageiro, foram utilizados vasos em Policloreto de polivinila (PVC), com diâmetro e altura de 0,30m e 0,70m, respectivamente, resultando em uma área de 0,07 m² para cada vaso (Figura 4). O seu interior foi preenchido com uma camada fina de brita, seguido de solo e posterior semeadura.

Figura 4 – Disposição dos vasos, plantas de sorgo forrageiro aos 27 dias a partir da semeadura.



3.3 Tratamentos

Foi utilizado quatro tratamentos (Tabela 4) com cinco repetições totalizando 20 unidades experimentais. Utilizando água do poço artesiano e efluente da suinocultura, a lâmina de irrigação foi determinada através da evapotranspiração com base na leitura do tanque classe A.

Tabela 4 – Definição dos tratamentos e lâmina de irrigação.

TRATAMENTO	DESCRIÇÃO	LÂMINA DE IRRIGAÇÃO (%)
1	Água do poço artesiano	100
2	Efluente Suinocultura	100
3	Efluente Suinocultura	200
4	Efluente Suinocultura	400

Fonte: O autor.

3.4 Solo

O solo utilizado no experimento foi coletado nas dependências da UNIPAMPA, proveniente do primeiro horizonte do solo (horizonte A), ricos em matéria orgânica. O solo foi homogeneizado, após, peneirado para reter os torrões mais expressivos.

3.5 Águas Utilizadas

A água de reúso utilizada originou-se da limpeza diária de pocilga efetuada através de jato de água sob pressão, de uma instalação suína do Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete. O local possui capacidade para 28 matrizes e abate anualmente, aproximadamente, 700 unidades de suínos. O efluente gerado oriundo das lavagens são canalizados e direcionados a lagoa de estabilização (anaeróbia). Após a coleta, a água residuária foi armazenada em tambores nas proximidades da casa de vegetação.

Também foi utilizada água do poço artesiano da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Campus Alegrete. A mesma foi armazenadas em recipientes herméticos e dispostas no interior da casa de vegetação.

3.6 Proteção do Solo com massa seca

A Aveia-Preta (*Avena Strigosa*) é muito utilizada para cobrir o solo devido seu grande aporte de massa seca podendo superar 6 toneladas por hectare. (Wutke et al., 2014). Sabendo disso, implantou-se esse método de proteção do solo com o intuito de dar uma melhor condição a cultura sucessora, tendo em vista que o experimento foi conduzido em casa de vegetação e, embora a semeadura do sorgo tenha sido em setembro/2016, a temperatura no interior é muitas vezes elevada podendo ser prejudicial a cultura estudada. A cultura de cobertura foi dessecada com produto diluído em água, e como o experimento foi conduzido em casa de vegetação para não prejudicar os demais experimentos, o produto foi aplicado com pincel.

3.7 Teste de Germinação Sorgo Nutribem

Os procedimentos para obtenção do potencial máximo das sementes de sorgo foram baseados na RAS (Regras para Análise de Sementes). Foi utilizado substrato papel, umedecido com água destilada livre de qualquer impureza, ou seja, de boa qualidade. Após a homogeneização das sementes foram dispostas 100 unidades

espaçadas de maneira coerente no substrato já identificado, fez-se 4 repetições durante um período de 7 dias a uma temperatura de 25°C. Foi considerada plantas classificadas como normais, aquelas que apresentaram sistema radicular e parte aérea bem desenvolvida. A semente germinada, porém com sistema radicular deficiente, plântula danificada, parte aérea curta, ou ausente de germinação e mofada foram descartadas.

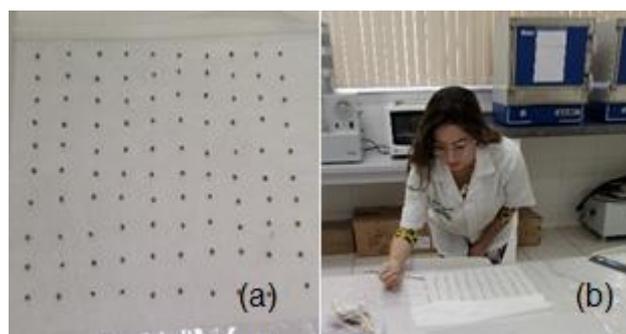


Figura 5– (a)(b) Disposição das sementes de aveia-preta no substrato de papel.

3.8 Semeadura

O experimento teve início no ano agrícola de 2016. No dia 28 de junho foi semeado aveia-preta para produção de matéria seca e proteção do solo, e aos 30 dias do mês de setembro, considerado período adequado para implantação da cultura do sorgo no Estado do Rio Grande do Sul. Respeitou-se uma densidade de semeadura de 20 kg por hectare, e foi convertido para área de uma unidade experimental. Considerou-se o teste de germinação 76% obteve-se uma proporção de 0,18 gramas por vaso, considerando 20 unidades experimentais foram consumidas um total de 3,6 gramas.

O ciclo vegetativo do sorgo forrageiro é de 150 dias, cultura de hábito de crescimento porte ereto, o intervalo entre pastejo na pastagem deve ser entre 16 a 18 dias, sendo prevista uma produção de massa seca por hectare de 12 a 15 toneladas (COPÉRDIA, 2015).



Figura 6 – (a) Aos 10 dias pós sementeira, (b) 50 dias pós sementeira e data do corte da massa verde.

3.8.1 Cultivar

O sorgo forrageiro de cultivar NutriBEM apresenta rápido crescimento inicial, florescimento tardio, produz grande quantidade de massa por hectare/dia, resistente ao acamamento, possibilita múltiplos pastoreios (ATLANTICA SEMENTES®). Segundo Kliewer (2006), em sua pesquisa na qual compara três diferentes cultivares de sorgo para pastejo, a cultivar NutriBEM se destaca em produtividade de massa seca e participação de folhas.

O sorgo pastejo NutriBEM, apresenta época de sementeira adequada entre os meses de setembro à março e altura ideal para pastejo a partir de 60 centímetros. Copérdia (2015), empresa de acessória técnica, cita que a cultivar NutriBEM quando semeada a lanço possui densidade de sementeira de 20 kg por hectare e profundidade de plantio de 1 a 2 cm.

3.9 Irrigação

Diariamente, próximo às 9 horas da manhã foi efetuada a leitura da evaporação do tanque classe A para determinação da lâmina de irrigação (L_i) a cada dois dias (turno de rega). A irrigação foi realizada manualmente em todas as segundas, quartas e sextas-feiras.

Determinação da Evapotranspiração de Referência (ET_o):

$$ET_o = K_p * E_t$$

(Equação 1)

Onde,

K_p = Coeficiente do tanque classe A, adimensional.

E_t = Evaporação do Tanque, mm/dia.

Evapotranspiração da cultura (ET_c):

$$ET_c = ET_o * K_c$$

(Equação 2)

Onde:

K_c = Coeficiente de cultivo/cultura, adimensional.

Lâmina de Irrigação (L_i):

$$L_i = \left(\frac{ET_c}{E_i} \right) * 100$$

Onde:

E_i = Eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (%).

Para o E_i , considerou-se os valores da tabela 5:

Tabela 5 - Eficiência de água do sistema de irrigação.

Métodos	Sistemas	E_i Ideal	E_i Aceitável (%)
Superfície	Sulco (convencional)	≥75	≥60
	Corrugação	≥70	≥60
	Faixa	≥80	≥65
	Inundação	≥85	≥65
Aspersão	Convencional	≥85	≥75
	Autopropelido	≥85	≥75
	Pivô central	≥85	≥75
Localizada	Gotejamento	≥95	≥80
	Microaspersão	≥95	≥80
Subsuperficial	Lençol freático estável	≥70	≥60
	Lençol freático variável	≥80	≥65

Fonte: Adaptado de INSA (2013).

3.10 Simulação manual de pastejo

A simulação do pastejo foi realizada através de corte manual realizado aos 50 dias a partir da data da semeadura, momento que simula a entrada dos animais no piquete, respeitando uma altura de 10 centímetros, para que a planta cresça novamente.

3.11 Obtenção dos dados de massa seca

Após cada simulação de pastejo, a massa verde obtida de cada unidade experimental dos diferentes tratamentos foi mensurada e encaminhada a estufa. O tempo de permanência deste material foi de 72 horas em uma temperatura de 65°C, obteve-se então a massa seca através de nova pesagem em balança de precisão.

3.12 Análise estatística

Neste trabalho em primeira instância pretendeu-se realizar teste paramétrico, devido as amostras de massa seca apresentarem dados discrepantes realizou-se teste de normalidade que indicou distribuição não normal. Com isso, utilizou-se um teste não paramétrico para analisar os tratamentos, sendo ele o teste de Mann-Whitney ou teste "U" a 5% de probabilidade. O teste foi executado utilizando o software estatístico livre ASSISTAT® 7.7. Os resultados do experimento estão apresentados em tabelas e gráficos.

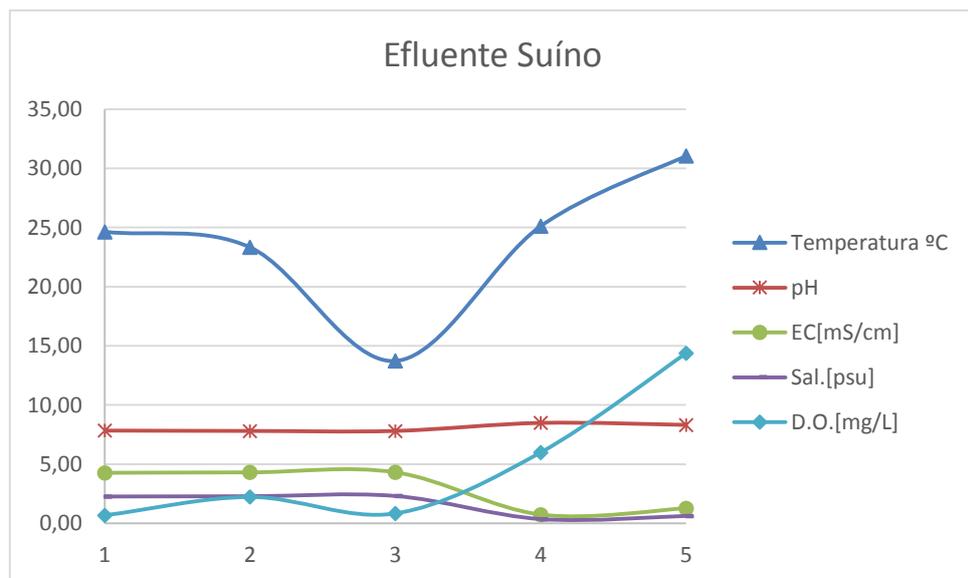
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na relação água, solo e planta a qualidade da água de irrigação e os efeitos sendo eles positivos ou negativos que irão ocorrer é muito particular para cada solo e planta, ou seja, determinada água pode ser ideal para algumas culturas e para outras não. Para isso, se faz importante a análise de alguns parâmetros físico-químicos da água (SOUSA 2001).

O efluente da suinocultura e a água do poço artesiano foram submetidos a análise química obtendo pH, salinidade, oxigênio dissolvido (D.O.) e condutividade elétrica obtidos através do Multiparâmetro HI98194, afim de acompanhar as mudanças existentes no líquido armazenado.

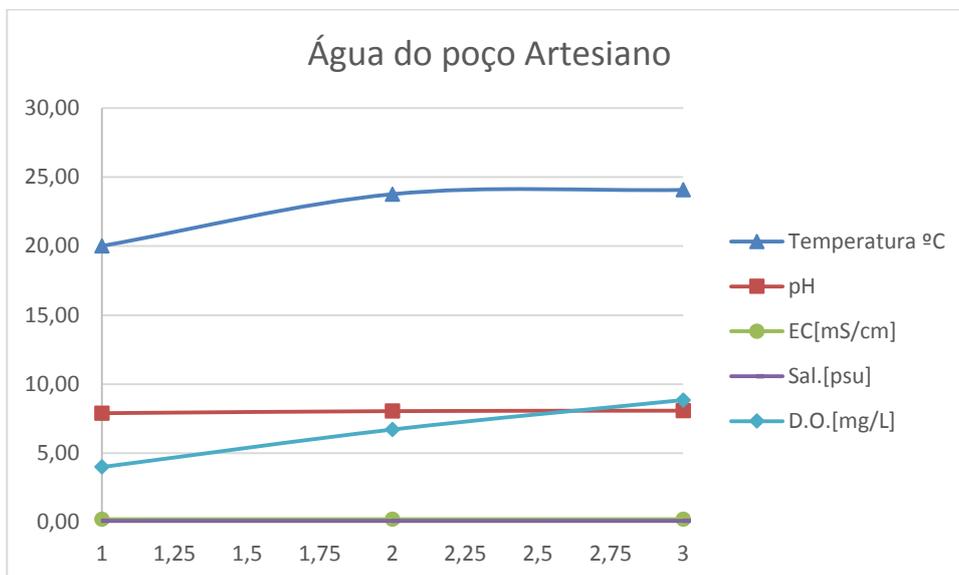
Durante a armazenagem, no decorrer dos dias, o efluente passou por processo de mutação devido aos componentes químicos e nutrientes presentes em sua composição. A figura 7 e 8 mostram resultados provenientes de coletas das água realizadas durante a condução do experimento, sendo 6 amostras do efluente suíno e 3 amostras do poço. O monitoramento essas mudanças iniciou a partir da coleta do material para irrigação.

Figura 7 – Análise química do Efluente Suíno correspondentes a 5 leituras com o multiparâmetro Hanna.



Fonte: O Autor

Figura 8 – Análise química da água proveniente do Poço Artesiano correspondente a 3 leituras.



Fonte: O Autor

Nas figuras 7 e 8 se encontram as características físico-químicas analisadas da água residuária e água limpa. Comparando tais resultados é possível observar que ambos efluentes apresentam elevação gradual no Oxigênio Dissolvido quando há um aumento da temperatura e que o pH manteve-se constante. No efluente suíno verificou-se que com o aumento da temperatura a condutividade elétrica e a salinidade sofreram queda.

A água de reúso e a água do poço apresentaram níveis elevados de pH, em média 8,05 e 8,01 respectivamente. O potencial hidrogeniônico nesses níveis indica que ambas águas estão alcalinas o que tende a prejudicar a absorção de água (SILVA, 2011).

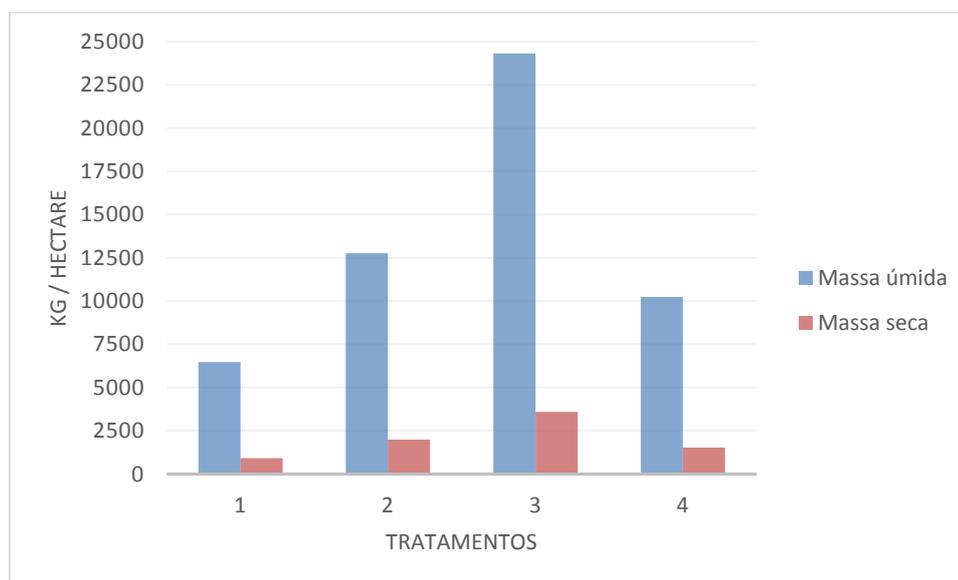
SILVA et al. (2011), diz eu a condutividade elétrica é classificada em quatro classes, sendo C1 a classe ideal para irrigação que se enquadra entre 0 á 250 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e C4 de 2250 á 5000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ água com presença elevada de sais não sendo apropriada para irrigação. Como esperado a condutividade elétrica da água do poço artesiano se enquadrou na classe C1 apresentando 220 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em todas as leituras feitas, água com E.C adequada para irrigação. Já o efluente suíno apresentou uma E.C muito elevada, em uma das leituras feitas chegou a 4320 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, se enquadrando na classe C4, não própria para irrigação. Os sais presentes na água de

irrigação se acumulam nas raízes da cultura afetando sua absorção de água, diminui a disponibilidade de água. (SANTANA et. al., 2007).

A temperatura na casa de vegetação, podendo chegar até os 60°C pela parte da tarde, prejudicaram o desenvolvimento da planta. Tendo em vista que o sorgo forrageiro reage melhor entre as temperaturas de 20 a 40°C.

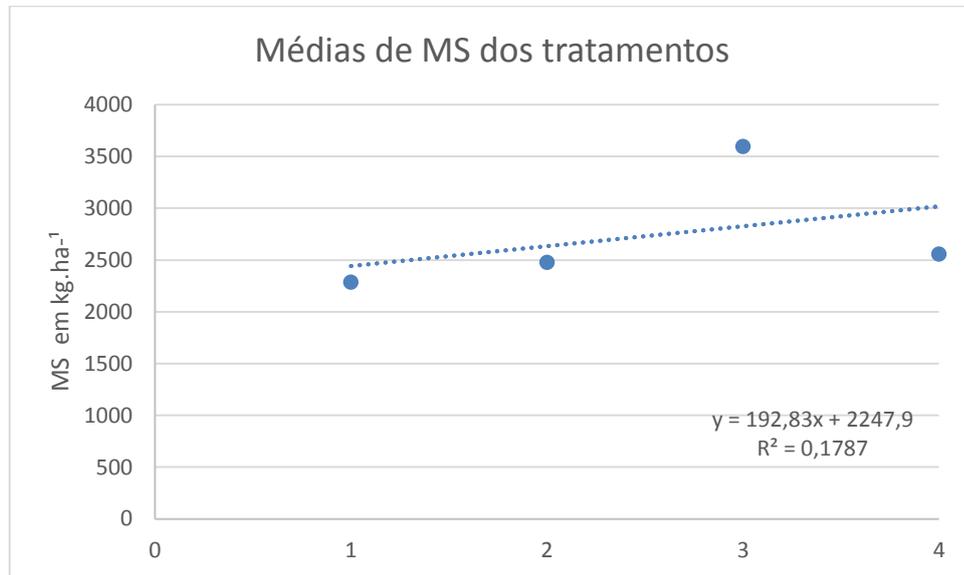
A Figura 9 mostra a produção de massa verde e massa seca em kg ha^{-1} , onde Tratamento 1 utiliza água de poço artesiano, o tratamento 2 efluente suíno, ambos como referência a leitura do tanque classe A, o Tratamento 3 o dobro do efluente suíno e o Tratamento 4 o quádruplo do efluente suíno. Os dados de massa seca (kg ha^{-1}) apresentaram discrepância em seus resultados. Houve ocorrência de emergência em todas as unidades experimentais, porém, no decorrer dos 10 primeiros dias pós emergência em alguns vasos a planta não resistiu com isso não obtiveram produtividade, principalmente no T1 e T4, nos demais tratamentos, em pelo menos um dos vasos ocorreu o mesmo processo.

Figura 9 – Produtividade de massa verde e massa seca do sorgo Nutribem sob diferentes efluentes e lâminas de água.



Fonte: O Autor

Figura 10 – Média dos quatro tratamentos, sendo o T1 o testemunha.



O T1 que utilizou água do poço apresentou o pior resultado com produção de massa seca pouco maior que 0,9 toneladas por hectare. Já o T3 no qual levou o dobro de efluente suíno recomendado, segundo a utilização do tanque classe A para mensurar o volume a ser irrigado, apresentou o melhor resultado, Massa verde 6,4 e massa seca aproximadamente de 3,5 toneladas por hectare (Figura 9). A figura 10 mostra que o tratamento 1 e 2 quase se igualaram em volume de MS, e o terceiro tratamento se destacou aos demais.

Porém, como os resultados apresentaram inconsistência, optou-se por excluir o T4 pois somente um vaso apresentou produtividade significativa, e realizar comparações com os demais, tais comparações estão apresentadas abaixo.

O teste U de Mann-Whitney foi aplicados em três situações:

- **Comparação do T1 x T2:**

H0: As amostras têm distribuições idênticas

Ao nível de 5% de probabilidade
 $U = 4$ $P(U) = 0.314$
 p-valor > 0.05 H_0 não rejeitada
 As amostras não são diferentes
 Para o caso $n_2 < 9$ com $n_2 \geq n_1$
 $U' = 8$

- **Comparação do T1 x T3:**

H_0 : As amostras têm
distribuições idênticas

Ao nível de 5% de probabilidade
 $U = 1$ $P(U) = 0.057$
 p-valor > 0.05 H_0 não rejeitada
 As amostras não são diferentes
 Para o caso $n_2 < 9$ com $n_2 \geq n_1$
 $U' = 11$

- **Comparação T2 x T3:**

H_0 : As amostras têm
distribuições idênticas

Ao nível de 5% de probabilidade
 $U = 3$ $P(U) = 0.100$
 p-valor > 0.05 H_0 não rejeitada
 As amostras não são diferentes
 Para o caso $n_2 < 9$ com $n_2 \geq n_1$
 $U' = 13$

Podemos dizer que em todas as situações analisadas as doses de reúso não afetaram a produtividade de MS, ou seja, o teste U de Mann-Whitney demonstra que os tratamentos comparados são semelhantes.

Em um trabalho realizado na Grécia utilizando água residuária em arroz irrigado, não apresentaram diferenças significativas na produtividade quando comparado irrigação com água limpa e residual, o mesmo ocorrido nesse trabalho. Entretanto os autores observaram a redução no custo da produção, pois quando se utiliza a água de reúso não se faz necessária a utilização de fertilizantes químicos, mostrando a importância econômica dessa substituição. (PAPADOPOULOS et al. (2009).

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. A utilização de água do poço e água de reúso não influenciaram na produtividade de MS.
2. A qualidade da água pode ter afetado negativamente o resultado final, principalmente o efluente suíno que apresentou E.C a um nível inadequado para irrigação de culturas.

Reutilizar a água é um processo importante para o meio ambiente tendo em vista que esse bem está cada vez mais raro e caro principalmente no que diz respeito a produção agrícola. O presente trabalho mostra que pode-se produzir o sorgo com o efluente suíno, tendo em vista que a produtividade utilizando água e efluente não diferiram, desde que a qualidade do efluente esteja dentro dos padrões aceitáveis.

De repente a utilização desse método em regiões onde a água é escassa, pode ser um fator relevante. Disponibilizaria água e matéria orgânica as culturas e economizaria na utilização de fertilizantes NPK, reduzindo o custo da produção.

REFERÊNCIAS

AGUIAR et. al. (2002). AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D. **Pastagens Irrigadas**. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MANEJO DA PASTAGEM, 2002, Uberaba: FAZU, 86 p.

ALLEN, R.; G.; PEREIRA, L.; RAES, D; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines fog computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (FAO: IrrigationandDrainagePaper, 56).

ALMEIDA, F.S. **Controle de plantas daninhas em plantio direto**. Londrina: IAPAR, 1991. 34p.

ANTUNES, R. C. B. (2000). **Determinação da evapotranspiração e influencia da irrigação e da fertirrigação em componentes vegetativos, reprodutivos e nutricionais do café arábica**. Viçosa: UFV, 2000. 165p. (Dissertação de Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

ARAÚJO, A. L. DE; KÖNG, A.; MILANÊZ, J. G.; CEBALLOS, B. S. O. de. **Reúso indireto de esgotos na irrigação de colunas experimentais de solo cultivados com alface** (*Lactuca sativa*, L.), In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1999. 8p.

ATLANTICA SEMENTES (2015). **Sorgo Pastejo Nutribem**, 2015. Disponível em: <<http://www.atlanticasementes.com.br/produtos/sorgo-pastejo/nutribem/>>. Acesso em: 07 out. 2015.

BARROS, F. M. **Parametrização de modelos de mineralização do nitrogênio orgânico em solo tratado com água residuária da suinocultura**. 2005. 69f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

BASSOI & TEIXEIRA et al. (2001). COMUNICADO TECNICO, **Consumo de água e coeficiente de cultura em bananeira irrigada por microaspersão**. Petrilina, PE,

dez, 2001. Luis Henrique Bassoi; Antonio Heriberto De Castro Teixeira, Jose Antonio Moura E Silva; Emanuel Elder Gomes Da Silva; Clovis Manuel Carvalho Ramos; Eliane De Lima Targino; Joselanne Luíza Trajano Maia; Marcelo De Novaes Lima Ferreira.

BAKKER, G.; van der PLOEG, M.J.; DE ROOIJ, G.H.; HOOGENHAM, C.W.; GOOREN, H. P.A.; HUISKES, C.; KOOPAL, L.K. & KRUIDHOF, H. **New polymer tensiometers: Measuring matric pressures down to the wilting point.** Vadose Zone J., 6:196-202, 2007.

BISSANI (2004). **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas** / Carlos Alberto Bissani; Clesio Gianelli; Marino José Tedesco; Flávio A. de Oliveira Camargo. – Porto alegre: Genesis, 2004.

BLEY JÚNIOR, C. **A suinocultura e o meio ambiente** 2003. Disponível em: <www.suino.com.br/meioambiente/>. Acesso em: 28 agosto 2015.

BOHLEY, P. B. **Pumps recycle animal**; wastes into profits. Irrigation Journal, Van Nuys, v. 40, n.4, p. 12-18, 1970.

BRAGA (2010), Marcos Brandão. **Uso da tensiometria no manejo da irrigação** / Marcos Brandão Braga, Marcelo Calgaro. --- Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. 28 p.: il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 235).

BUSO, W.H.D.; MORGADO, H.S.; SILVA, L.B.; FRANÇA, A.F.S. **Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.5, n.23, ed.170, art. 1145, 2011.

CARTILHA INSA, 2013, **manejo de irrigação utilizando tanque classe A.** Instituto Nacional do Semiárido – INS.

COPÉRDIA (2015). **Sorgo Nutribem.** Acessoria Técnica Coperdia. Tópico Pastagem, jun, 2015. Disponível em:

<http://www.coperdia.com.br/portal/materiais/sorgo_nutribem.pdf>. Acesso em: 08 out. 2015.

DOGGETT, H. (1970). Physiology and agrinomy. In: DOGGERR, H. **Sorghum**. London: Longmans, 1970. P.180-211.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Lasnecesidades de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 1976. 193 p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1979. 193p. {FAO Irrigation and Drainage Paper, 33}.

EMATER, (2012). **CULTURA DO SORGO** – EMATER-MG Eng.º Agr.º Wilson José Rosa Departamento Técnico da Emater–MG Foto de Capa: Maurício Almeida Agosto de 2012 Série Ciências Agrárias Tema Agricultura Área Culturas

EMBRAPA (1980). CIRCULAR TÉCNICA Nº1 **Recomendações para o cultivo do sorgo**. EMBRAPA, CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO SETE LAGOAS-MG, maio 1980.

EMBRAPA (1988). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. **Recomendações Técnicas para o cultivo do sorgo**. 3 ed. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1988. 80p. ilustr. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, 01).

EMBRAPA (2008). **Embrapa Milho e Sorgo**. Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679 - 012 X Versão Eletrônica - 4ª edição Set./2008 Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/> Acessado em: 02/10/2015.

EMBRAPA (2015). **Sorgo : o produtor pergunta, a Embrapa responde** / Israel Alexandre Pereira Filho, José Avelino Santos Rodrigues, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2015. 327 p. : il. ; 16 cm x 22 cm. - (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R. **Evapotranspiração no interior de estufas plásticas**. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.2, p.17-22, 1994.

FEPAGRO (2011). **Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul: Safras 2011/2012 e 2012/2013**. / Organizado por Lia Rosane Rodrigues e Paulo Regis Ferreira da Silva. – Porto Alegre: Fepagro, 2011. 140 p.

GOMES FILHO, R.R. **Tratamento de águas residuárias da suinocultura utilizando o cultivo hidropônico de braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) e aveia forrageira (*Avena strigosa*)**. Doutorado (Tese apresentada a Universidade Federal de Viçosa), 2000. Viçosa: UFV, 2000. 143p.

GOMES FILHO, R.R.; MATOS, A.T.; SILVA, D.D.; MARTINEZ, H.E.P. **Remoção de carga orgânica e produtividade de aveia forrageira em cultivo hidropônico com águas residuárias da suinocultura**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.1, p.131-134, 2001

IBGE (2014). **PPM 2014: rebanho bovino alcança 212,3 milhões de cabeças**. Sala de imprensa, out. 2015. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias.html?view=noticia&id=1&idnoticia=3006&busca=1&t=ppm-2014-rebanho-bovino-alcanca-212-3-milhoes-cabecas>>. Acesso em: 03 out. 2015.

KLIEWER. **Sorgo Pastejo Nutribem**, 2006. Disponível em: <<http://www.atlanticasementes.com.br/produtos/sorgo-pastejo/nutribem/>>. Acesso em: 06 out. 2015.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; STONE, L. F.; COBUCCI, T. Integração lavoura-pecuária e o manejo de plantas daninhas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 106, jun. 2004. Encarte Técnico. MANUAL de

adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.

KOZEN, E.A. (1983). **Manejo e utilização de dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1983. 32p. (EMBRAPA. CNPSA. Circular Técnica. 6).

KONZEN, E.A. **Valorização Agronômica dos Dejetos Suínos: utilização dos dejetos suínos como fertilizantes**. I Ciclo de Palestras Sobre Dejetos suínos no Sudoeste Goiano, 1997, Rio Verde, GO. Anais... p.113-136

MACHADO, L. A. Z. **Aveia: forragem e cobertura do solo**. EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. COLEÇÃO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 3, Dourados, 2000, p. 16.

MALAVOLTA (2002). **Adubos e adubações** / E. Malavolta, F. Pimentel-Gomes e J.C. Alcarde. – São Paulo: Nobel, 2002. p.200.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. DOS; PHILIPPI JR, A (coord.) **Reúso de Água**. Barueri, SP: Manole, 2003. p 588.

MENDES (1997), EMBRAPA COEFICIENTE DE CULTIVO – BANCO DE DADOS – **SORGO**. Disponível em <<http://www.cnpat.embrapa.br/publicacoes/kc/>>. Acessado em 01/20/2015.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bem: International Potash Institute. 1978. 593 p

MATOS (2007). MATOS, A. T. **Disposição de águas residuárias no solo**. Viçosa, MG: AEAGRI, 2007. 142 p. (Caderno Didático, n. 38).

NETO, A. C. F. et al. **Determinação da evapotranspiração de dois cultivares de café arábica na fase de maturação dos frutos.** In: II Simpósio de Pesquisa de Cafés do Brasil, 2001.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; SOUZA, A. N. M.; PELLEGRINI, L. G.; FREITAS, A. K. **Produção de forragem e custo de produção da pastagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.), fertilizada com dois tipos de adubo, sob pastejo contínuo.** Revista Brasileira da Agrociência, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 215-220, 2005a.

NORMAN, M.J.T. & PHILLIPS, L.J. **The effect of time of grazing on bulrush millet (*Pennisetum typhoides*) AT Katherine, N.F. Aust. J. Exp. Agric. An. Husb., Melbourne, 8(32):288-93, 1968.**

OLIVEIRA, L. F. C. de et al., 2007. **Coeficiente de cultura e relações hídricas do cafeeiro, cultivar Catucaí, sob dois sistemas de manejo da Irrigação.** set. 2007.

OLIVEIRA, P.A.V. (1993) **Manual de manejo e utilização dos dejetos suínos.** Concordia, SC: EMBRAPA-CNPSA. 188p. (Documento, 27).

OWEN, F.G. & MOLNE, W.J. **El sorgo para forage.** In: WALL, J.S. & ROSS, W.M. **Producción y usos del sorgo.** Buenos Aires, Ed. HemisferioSur, 1975. Cap.10, p. 217-35

PAPADOPOULOS, F.; PARISSOPOULOS, G.; PAPADOPOULOS, A.; FDRAGAS, A.; NTANOS, D.; PROCHASKA, C.; METAXA, I. Assessment of Reclaimed Municipal Wastewater Application on Rice Cultivation. **Environmental Management**, v. 43, p. 135 – 143, 2009.

PAUL, C.L. Aspectos fisiológicos del crecimiento y desarrollo del sorgo. In: PAUL, C.L. **Agronomía del sorgo** Patancheru: ICRISAT, 1990. P 43-68)

PLAYÁN, E.; MATEOS, L. (2006). **Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity.** Agricultural Water Management, v.80, p.100-116, 2006

SALASSIER et al. (2006). **Manual de irrigação**/ Salassier Bernardo, Antonio Alves Soares, Everardo Chartuni Mantovani. 8. ed. – Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625 p.: Il. Col.; 27cm

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SOUZA, K. J.; SOUSA, A. M. G.; VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. B. **Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (saccharum spp) e em solos com diferentes níveis texturais**. Ciênc. Agrotec, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1470-1476, 2007.

SANTOS, K. D.; HENRIQUE, I. N.; SOUSA, J. T. DE; LEITE, V. D. **Utilização de esgoto tratado na fertirrigação agrícola**. Revista de Biologia e Ciências da Terra. Campina Grande, Suplemento Especial, n. 1, p. 1-7, 2006.

SILVA, I., et al. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.07, n 03 julho/setembro 2011 p. 01 - 15

SOUSA, J.T.; Leite, V.D.; Luna, J.G. **Desempenho da cultura do arroz irrigado com esgotos sanitários previamente tratados**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.1, p.107-110. Campina Grande, DEAg/UFPB, 2001

TALLES & COSTA (2007). **Reúso da água: conceitos, teorias e práticas / coordenação Dirceu D' Alkmin Telles, Regina Helena Pacca Guimarães Costa - 1ª edição - - São Paulo: Editora Blucher, 2007.**

TRISTÃO, Patrícia. **Alimentação de gado de corte**. Pecuária de corte, jun 2011. Disponível em: <<http://www.portalagropecuario.com.br/bovinos/pecuaria-de-corte/alimentacao-de-gado-de-corte/>>. Acesso em: 08 out. 2015.

VANDERLIP, R.L.; REEVES, H.E. 1972. **Growth stages of sorghum**. Agronomy Journal, 64:13-1

VIVAN, M.; KUNZ, A.; STOLBERG, J. et al. **Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.3, p.320-325, 2010.

WUTKE, E.B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O.F. de; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.D. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática.** Brasília: Embrapa, 2014. v.1, p.59-168.

ZELEDON TORUNO, Z. C., LAO – LUQUE, C., DE LAS HERAS, F. X. C. AND SOLE –SARDANS, M. **Removal of PAHs from water using an immature coal (leonardite).** 2007. Chemosphere 67:505-512