

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**COMPOSIÇÃO MINERAL E RENDIMENTO DE FORRAGEIRAS
FERTIRRIGADAS COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO**

MICHELLE MACHADO RIGO

**ALEGRE
2011**

MICHELLE MACHADO RIGO

**COMPOSIÇÃO MINERAL E RENDIMENTO DE FORRAGEIRAS
FERTIRRIGADAS COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na área de concentração de Planejamento e Manejo de Recursos Hídricos. Orientador: Prof. D.Sc. Giovanni de Oliveira Garcia

ALEGRE

2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

R572c Rigo, Michelle Machado, 1984-
Composição mineral e rendimento de forrageiras fertirrigadas com esgoto doméstico tratado / Michelle Machado Rigo. – 2011.
71 f. : il.

Orientador: Giovanni de Oliveira Garcia.
Coorientador: Edvaldo Fialho dos Reis.
Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Água – Reutilização. 2. Irrigação com águas residuais. 3. Nutrientes. 4. Absorção. I. Garcia, Giovanni de Oliveira. II. Reis, Edvaldo Fialho dos. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 63

MICHELLE MACHADO RIGO

**COMPOSIÇÃO MINERAL E RENDIMENTO DE FORRAGEIRAS
FERTIRRIGADAS COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Magister Science em Produção Vegetal, na área de concentração de Planejamento e Manejo de Recursos Hídricos.

Aprovada em 03 de Agosto de 2011.

Prof. D.Sc. Giovanni de Oliveira Garcia
CCA – UFES (Orientador)

Prof. D.Sc. Edvaldo Fialho dos Reis
CCA – UFES (Coorientador)

Prof. D.Sc. Roberto Avelino Cecílio
CCA – UFES (Coorientador)

Prof. D.Sc. Maristela de Oliveira Bauer
CCA – UFES Examinador externo

Prof. D.Sc. Renata Cogo Clipes
IFES – Examinador externo

DEDICO

*A DEUS, por orientar meu
caminho e a meus pais, por
sempre incentivar meus
estudos.*

AGRADECIMENTOS

A DEUS, sempre e sempre, simplesmente por ele ser fiel.

Ao Prof. D.Sc. Giovanni de Oliveira Garcia, professor do Departamento de Engenharia Rural do CCA-UFES, pela orientação, aconselhamentos, amizade e dedicação.

Ao Prof. D.Sc. Edvaldo Fialho Reis, professor do Departamento de Engenharia Rural do CCA-UFES, pela coorientação, amizade, ensinamentos e pela valiosa colaboração durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao Prof. D.Sc. Roberto Avelino, professor do Departamento de Engenharia Florestal do CCA-UFES, pela coorientação e aprendizado.

À CAPES, pelo auxílio financeiro com a bolsa de mestrado.

Ao IFES - Campus de Alegre, pelo fornecimento das mudas do experimento, especialmente ao Elias Dardengo, pela compreensão e auxílio.

À Estação de Tratamento de Esgoto de Jerônimo Monteiro, pelo fornecimento do efluente e auxílio em sua coleta.

À minha querida família (Marlece, Elimar, Flávio, Sissa, vó Zuza), pelo incentivo nos momentos difíceis e estímulo para a conclusão do trabalho.

Ao colega de Mestrado, Ivo Zution Gonçalves, pela amizade e parceria nos trabalhos desenvolvidos.

Aos estudantes de iniciação científica: Marjorie Spadeto, Morgana Scaramussa, Afonso Venturin e Heitor Ribeiro pela colaboração no projeto e demais trabalhos.

Aos meus colegas de pós - graduação, especialmente Amilton J. Pereira, Ludymila Brandão, Camila Martins, Nathiélia Nogueira, Talita Teixeira e Ademar Morelli, pela parceria em trabalhos realizados, pelas horas de estudo em grupo, pelo carinho e prontidão.

Aos funcionários do LAFARSOL - NEDTEC: Alexander, Luiz e Natanya, pela dedicação, paciência e ensinamentos.

À secretária da Pós-Graduação em Produção Vegetal, Madalena Capucho, pela ajuda e amizade.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

"Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já tem a forma do nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos mesmos lugares. É o tempo da travessia: e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos!"

Fernando Pessoa

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Constituintes em esgotos domésticos que apresentam possíveis efeitos prejudiciais à saúde pública e aos recursos hídricos.....	05
Tabela 2. Diretrizes recomendadas para a qualidade microbiológica das águas residuárias utilizadas na agricultura.....	06
Tabela 3. Atributos físicos e químicos do solo utilizado no experimento.....	16
Tabela 4. Características químicas do esgoto doméstico tratado utilizado durante o experimento.....	18
Tabela 5. Teor de nitrogênio (dag kg^{-1}) na parte aérea da <i>Brachiaria</i> e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico.....	23
Tabela 6. Teor de Fósforo (dag kg^{-1}) na parte aérea da <i>Brachiaria</i> e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico.....	25
Tabela 7. Teor de Potássio (dag kg^{-1}) na parte aérea da <i>Brachiaria</i> e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico.....	27
Tabela 8. Teor de Cálcio (dag kg^{-1}) na parte aérea da <i>Brachiaria</i> e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico.....	28
Tabela 9. Teor de Magnésio (dag kg^{-1}) na parte aérea da <i>Brachiaria</i> e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico.....	30
Tabela 10. Teor de Manganês (mg kg^{-1}) na parte aérea da <i>Brachiaria</i> e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico.....	32
Tabela 11. Teor de Cobre (mg kg^{-1}) na parte aérea da <i>Brachiaria</i> e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico.....	33
Tabela 12. Teor de Boro (mg kg^{-1}) na parte aérea da <i>Brachiaria</i> e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico.....	35
Tabela 13. Teor de Sódio (mg kg^{-1}) parte aérea da <i>Brachiaria</i> e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico.....	36
Tabela 14. Teor de proteína bruta (%) na parte aérea da <i>Brachiaria</i> e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico.....	37
Tabela 15. Rendimento de massa natural na parte aérea (g^{-1}) em <i>Brachiaria</i> e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico.....	39

Tabela 16. Rendimento de massa seca (g^{-1}) na parte aérea em <i>Brachiaria</i> e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico.....	41
--	----

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Localização da casa de vegetação onde foi montado o experimento.....	14
Figura 2. Vista do experimento com todas as unidades experimentais. a. Tifton 85; b. <i>Brachiaria brizantha</i>	15
Figura 3. Ponto da coleta do efluente tratado de Jerônimo Monteiro-ES.....	17
Figura 4. Esquema do tratamento de efluente doméstico da estação de Jerônimo Monteiro, Espírito Santo.....	17
Figura 5. Teor de nitrogênio ($dag\ kg^{-1}$) na parte aérea em função das forrageiras (<i>Brachiaria</i> e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico).....	22
Figura 6. Teor de fósforo ($dag\ kg^{-1}$) na parte aérea em função das forrageiras (<i>Brachiaria</i> e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico).....	24
Figura 7. Teor de potássio ($dag\ kg^{-1}$) na parte aérea em função das forrageiras (<i>Brachiaria</i> e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico).....	26
Figura 8. Teor de cálcio ($dag\ kg^{-1}$) na parte aérea em função das forrageiras (<i>Brachiaria</i> e Tifton 85) para doses de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico).....	28
Figura 9. Teor de magnésio ($dag\ kg^{-1}$) na parte aérea em função das forrageiras (<i>Brachiaria</i> e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico).....	30
Figura 10. Teor de manganês ($mg\ kg^{-1}$) na parte aérea em função das forrageiras (<i>Brachiaria</i> e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico).....	31
Figura 11. Teor de cobre ($mg\ kg^{-1}$) na parte aérea em função das forrageiras (<i>Brachiaria</i> e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das	

doses de esgoto doméstico).....	33
Figura 12. Teor de Boro (mg kg^{-1}) na parte aérea em função das forrageiras (<i>Brachiaria</i> e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico).....	34
Figura 13. Teor de sódio (mg kg^{-1}) na parte aérea em função das forrageiras (<i>Brachiaria</i> e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico).....	36
Figura 14. Teor de proteína bruta (%) na parte aérea em função das forrageiras (<i>Brachiaria</i> e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico).....	37
Figura 15. Teor de massa natural (g^{-1}) na parte aérea em função das forrageiras (<i>Brachiaria</i> e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico).....	39
Figura 16. Teor de massa seca (g^{-1}) na parte aérea em função das forrageiras (<i>Brachiaria</i> e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico).....	40

RESUMO

RIGO, Michelle Machado. Universidade Federal do Espírito Santo, Agosto de 2011. **Composição mineral e rendimento de forrageiras fertirrigadas com esgoto doméstico tratado.** Orientador: D.Sc. Giovanni de Oliveira Garcia. Coorientadores: D.Sc. Edvaldo Fialho dos Reis e D.Sc. Roberto Avelino Cecílio.

O reúso da água na agricultura tornou-se um fator importante para a gestão dos recursos hídricos, contribuindo com a redução de problemas ambientais. Estudos com a técnica da fertirrigação têm crescido atualmente, devido a fatores como o potencial de uso do efluente líquido como fertilizante; o grande volume de água utilizado na irrigação e a necessidade de aumentar a produção de alimentos utilizando os recursos naturais de maneira sustentável e eficiente. Diante desse contexto, este trabalho objetiva avaliar o rendimento e a composição mineral de duas forrageiras em resposta à aplicação de esgoto doméstico tratado via fertirrigação. O experimento foi conduzido em vasos dentro da casa de vegetação, montado em esquema de parcela subdividida 2x5, onde nas parcelas ficou o capim *Brachiaria brizantha* e ao capim Tifton 85 e nas subparcelas as quatro dosagens de esgoto doméstico tratado (20 kg ha⁻¹, 40 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹, 80 kg ha⁻¹) e o controle com adubação mineral, em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Após 25 dias da aplicação das doses de efluente, determinou-se a massa natural das forrageiras e posteriormente a massa seca. Em seguida, o material seco foi moído e submetido à digestão para a determinação da proteína bruta e dos teores foliares de macro e micronutrientes. Os resultados obtidos mostraram que a aplicação de esgoto doméstico proporcionou crescimento das forrageiras semelhante à adubação mineral. A *Brachiaria* apresentou maior rendimento forrageiro, embora o Tifton 85 tenha obtido maiores teores de nutriente na parte aérea, refletindo suas características morfológicas. A fertirrigação com as doses de efluente foi, em geral, equivalente à adubação mineral, ressaltando que a dose correspondente a 40 kg ha⁻¹ apresentou igualdade com a adubação mineral utilizada.

Palavras-chave: Tifton 85, *Brachiaria brizantha*, reúso, nutrientes, absorção.

ABSTRACT

RIGO, Michelle Machado. University Federal of Espírito Santo, August 2011. **Mineral Composition and Forage Yield Fertirrigated with treated domestic sewage.**
Advisor: D.Sc. Giovanni de Oliveira Garcia. Co-advisors: D.Sc. Edvaldo Fialho dos Reis e D.Sc. Roberto Avelino Cecílio.

The water reused in agriculture has been an important factor for the management of water resource, contributing with the reduction of environmental problems. Studies with a fertigation technique has lately increase, due to factors like the potential use of effluent as a fertilizer; a great volume of water utilized in irrigation and the need to increase food production utilizing natural resources in a sustainable and efficient way. In view of this context, the objective of this study was to evaluate the yield and mineral composition of two forage species in response to the application of domestic sewage treated by fertigation. The experiment was conducted in vases inside a greenhouse, mounted on split-plot 2x5, in the plots were *Brachiaria brizantha* and Tifton 85 bermudagrass and subplots with four doses of treated domestic sewage (20 kg ha⁻¹, 40 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹, 80 kg ha⁻¹) and the control of mineral fertilization, in a completely randomized design with five replicates. After twenty-five days the application of doses of effluent, it was determined the mass of natural forage and later on the dry mass. Later, the dried material was crushed and submitted to digestion to determine the crude protein and leaf content of macro and micronutrients. The results obtained showed that the application of domestic sewage proportioned growth of forage similar to mineral fertilizer. *Brachiaria* had higher forage yield, although the Tifton 85 have obtained higher levels of nutrient uptake, reflecting it's morphological characteristics. Fertigation with doses of effluent was generally equivalent to the mineral fertilizer, noting that the doses corresponding 40 kg ha⁻¹ with sewage, presented equally to the mineral fertilizer used.

Keywords: Tifton 85, *Brachiaria brizantha*, reuse, nutrient, absorption

SUMÁRIO

LISTA DE TABELA	-
LISTA DE FIGURAS	-
RESUMO	-
ABSTRACT	-
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	
2.1 Poluição hídrica e potencial de utilização de água residuária na agricultura.....	2
2.2 Diretrizes para reúso de efluente na agricultura.....	4
2.3 Efeitos positivos e negativos da disposição de água residuária no sistema solo-planta.....	7
2.4 Aspectos de forrageiras em pastagem.....	9
2.4.1 – Tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp).....	11
2.4.2 – <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	
4.1 Caracterização química do efluente de esgoto utilizado na fertirrigação.....	21
4.2 Avaliação nutricional das forrageiras por meio da fertirrigação.....	22
4.2.1 Nitrogênio.....	22
4.2.2 Fósforo.....	24
4.2.3 Potássio.....	26
4.2.4 Cálcio.....	28
4.2.5 Magnésio.....	30
4.2.6 Manganês.....	31
4.2.7 Cobre.....	32
4.2.8 Boro.....	34

4.2.9 Sódio.....	35
4.3.0 Proteína Bruta.....	37
4.3.1 Rendimento de massa natural da parte aérea.....	38
4.3.2 Rendimento de massa seca na parte aérea.....	40
5.0 CONCLUSÃO.....	42
6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
 APÊNDICES	
APÊNDICE A - Resumo da análise de variância da massa natural e massa seca (MS).....	56
APÊNDICE B - Resumo da análise de variância do Nitrogênio (N), Proteína Bruta (PB), Fósforo (P) e Potássio (K).....	56
APÊNDICE C - Resumo da análise de variância do Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S) e Zinco (Zn).....	56
APÊNDICE D - Resumo da análise de variância do Manganês (Mn), Cobre (Cu), Boro (B) e Sódio (Na).....	56

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água define a estrutura e funções de um ambiente responsável pela sobrevivência de plantas e animais assim como todas as substâncias em circulação no meio celular que constitui o ser vivo. Logo a importância da água como recurso necessário à sobrevivência humana é evidente (TELLES; COSTA, 2007).

A escassez hídrica natural em certas regiões, agravada pela poluição dos corpos hídricos, reduz a quantidade e qualidade de água disponível. Assim, considerando o avanço do conhecimento técnico-científico em relação ao potencial de reúso da água nos últimos anos, inicia-se, grande interesse do uso dessa técnica, para fins agrícolas (VILLELA JÚNIOR; ARAÚJO; FACTOR, 2003).

Ressalta-se ainda, que a busca do desenvolvimento de atividades que estejam de acordo com os objetivos da sustentabilidade, os quais devem ser economicamente viáveis, ecologicamente corretas e socialmente justas, é necessário considerar a prática do reúso de águas como uma das boas opções para a problemática ambiental (SANTOS et al., 2009). O uso de efluente doméstico tratado, podendo ser por processo primário e secundário, é essencial na agricultura, pois contribui com a redução de características indesejáveis no mesmo, como excesso de matéria orgânica, sólidos, além de reduzir o risco de contaminação sanitária.

Sendo planejado, o uso de efluentes na agricultura, torna-se um fator importante para a gestão dos recursos hídricos, pois pesquisas demonstraram que o poder depurador do solo contribui para a decomposição da matéria orgânica presente nesses efluentes. Erthal et al. (2010) relataram que a disposição de efluentes agroindustriais e domésticos no solo é uma técnica de reúso apropriada, principalmente em regiões de clima tropical e com disponibilidade de áreas, como é o caso do Brasil.

Utilizando-se da capacidade depuradora do solo, o uso de efluentes em cultivos agrícolas por meio da fertirrigação permite aumento da disponibilidade de nutrientes, possibilitando maior crescimento e produtividade das culturas (FERNANDES; ARAÚJO; CORÁ, 2002).

O Brasil possui área e condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento das pastagens, mas essas, em alguns casos, encontram-se sob condições de degradação, reduzindo a produção de massa verde e valores nutritivos para produção animal. Outro aspecto é a maior propensão do solo ao processo erosivo, pois a baixa cobertura vegetal diminui a capacidade de infiltração da água no solo (ZIMMER; SILVA; MAURO, 2002).

Em busca de novas tecnologias para melhoria do sistema produtivo com pastagens, a fertirrigação com o uso de efluente, vem sendo estudada. No Brasil, trabalhos de reutilização de efluente da bovinocultura e efluente da suinocultura em sistemas de cultivo com gramíneas forrageiras, obtiveram resultados satisfatórios em relação ao aumento da qualidade e rendimento da forragem (ERTHAL et al., 2010; QUEIROZ et al., 2004; KOZEN, 2000).

Dessa maneira, a utilização de efluente em pastagem via fertirrigação tem potencial de permitir melhor aproveitamento dos nutrientes contidos no próprio efluente, favorecendo o desenvolvimento e o aumento da produção de forragens (SANTOS et al., 2006) e com isso redução na adubação mineral.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar o rendimento e a composição mineral de duas forrageiras aos 90 dias de idade, em resposta à aplicação de esgoto doméstico tratado, via fertirrigação.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Poluição hídrica e potencial de utilização de água residuária na agricultura

A escassez de água no planeta não está relacionada somente com a quantidade de água existente, mas também com a desigualdade na sua distribuição e, principalmente, com a sua qualidade. Essa questão se torna ainda mais grave quando é admitida a crescente degradação dos recursos hídricos (SANTOS et al., 2011).

A falta de tratamento de esgotos e de efluentes industriais e agroindustriais, e o desperdício de água na irrigação agrícola, somado ao crescimento populacional, contribuem para redução da disponibilidade hídrica, comprometendo a qualidade da água para seus múltiplos usos (BERTONCINI, 2008).

Outra consequência nos ecossistemas aquáticos, decorrente do lançamento de efluentes é a eutrofização, na qual o enriquecimento das águas superficiais por nutrientes causam o crescimento desordenado de algas, provocando diversos problemas ambientais. Da mesma forma, se a entrada de efluente for intensa, a matéria orgânica sofrerá decomposição aeróbica, tendendo à mineralização total, em decorrência da atividade das bactérias aeróbicas, aumentando a demanda bioquímica de oxigênio e diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido no corpo hídrico (ALBUQUERQUE FILHO, 1977).

A necessidade de se preservar os recursos hídricos, conservando as águas de melhor qualidade para usos mais restritivos, atrelada ao potencial que representa o reúso de efluente, impulsionou o desenvolvimento de diversos processos e técnicas de tratamento para minimizar os efeitos adversos, decorrentes da descarga de efluentes no ambiente (SOUZA et. al., 2010).

Para preservar os recursos hídricos existentes e evitar a contaminação da água disponível, é importante a construção de estações de tratamento de esgoto. Dentre as tecnologias disponíveis para o tratamento de água residuária de origem doméstica ou destino final dos efluentes líquidos, é possível adotar diferentes tecnologias para depuração do efluente, segundo Borsoi et. al. (1997), entretanto, de modo geral, segue um fluxo que compreende as seguintes etapas: preliminar, primário, secundário e terciário.

As águas residuárias, lançadas rotineiramente nos cursos d'água, sem maiores preocupações a respeito dos riscos à saúde humana e ao ambiente, são altamente dependentes da capacidade autodepuradora do corpo hídrico, tornando-se inadequada mediante o crescimento populacional e industrial, associado à limitada capacidade assimilativa do ambiente (FEIGIN; RAVINA; SHALHEVET, 1991).

A reutilização de águas residuárias pode ser considerada como uma medida de controle da poluição, pois, com a adoção de tal prática, evita-se o lançamento de esgotos nos corpos d'água (LONDE; PATERNIANI, 2003). Restauradas e em boas condições, irão encontrar novos usos, sem maiores contaminações, poderão ser lançadas no corpo hídrico receptor ou servir para diversos fins (COURACCI FILHO, 1995).

A prática do reúso de água, em particular na agricultura, aponta-se como uma promissora alternativa para destinação de esgotos tratados, pois por suas particularidades, nesse setor produtivo é capaz de tolerar águas de qualidade menos restritivas. O uso de esgotos na agricultura é uma maneira de minimizar a poluição, promovendo economia de fertilizantes e reciclagem de nutrientes, que reflete na produção agrícola e qualidade dos produtos colhidos, além de proporcionar melhoria nos atributos do solo (SOUZA et. al, 2010).

No entanto, existem controvérsias a respeito dos efeitos da aplicação desses esgotos sobre os cultivos e no solo. Estudos demonstram a importância dessa prática ao ser utilizada como estratégia de tratamento ou destino para o esgoto, proveniente de diversas atividades, desde que corretamente planejada (TOZE, 2006).

O tratamento de esgotos e a posterior utilização na agricultura devem ser associados à técnica da fertirrigação, cujo objetivo é o aproveitamento dos nutrientes advindos do próprio esgoto. Dessa forma, o desenvolvimento de tecnologias que visem promover o aumento da produtividade agrícola sem danos ambientais, a curto e longo prazo, é uma alternativa favorável ao desenvolvimento local sustentável (SANTOS et al., 2006).

Segundo Erthal et al. (2010), o referencial para definição das taxas de aplicação não devem ser lâminas calculadas em função da evapotranspiração da cultura e, sim, da capacidade do sistema solo-planta em reter o resíduo aplicado, sem comprometer a qualidade do solo, do crescimento da planta, bem como das águas subterrâneas. Em geral, os teores de nitrogênio, elementos fitotóxicos, metais pesados e a salinidade têm sido utilizados como referenciais na determinação da dose a ser aplicada na fertirrigação, devendo-se tomar por base o componente de maior concentração na água.

2.2 Diretrizes para reúso de efluente na agricultura

Nas duas últimas décadas, o uso agrícola de efluentes cresceu em resposta ao aumento na produção de alimentos e redução do uso de fertilizantes químicos. Entretanto, as diretrizes para o reúso agrícola e os critérios estabelecidos ainda não são bem definidos (HESPANHOL, 2003).

Diante dessa preocupação e dos questionamentos a respeito do uso agrícola de efluentes e a possibilidade de contaminação microbiológica do produto agrícola comercializável, evidencia-se risco de transmissão de doenças. Observa-se na Tabela 1, resumidamente os possíveis constituintes do esgoto doméstico, segundo METCALF e EDDY (2003), demonstrando a importância do uso planejado do esgoto em múltiplos usos.

Tabela 1. Constituintes em esgotos domésticos que apresentam possíveis efeitos prejudiciais à saúde pública e aos recursos hídricos

Constituinte	Importância
Sólidos em suspensão	Formação de bancos de lodos e condições anaeróbias nos leitos dos mananciais de água.
Matéria orgânica biodegradável	Composta basicamente por proteínas, carboidratos, óleos e graxas. Sua estabilização consome o oxigênio dissolvido na água, podendo levar o manancial a atingir condições sépticas.
Microorganismos patogênicos	Transmissores de doenças contagiosas.
Nutrientes	Descargas de nitrogênio, fósforo e carbono em ambientes aquáticos desequilibram o ecossistema aquático, ocasionando florações e possivelmente eutrofização.
Compostos orgânicos refratários	Compostos que resistem aos métodos convencionais de tratamento de esgotos, incluindo fenóis, pesticidas e surfactantes.
Poluentes prioritários	Compostos orgânicos e inorgânicos de toxidez agudos e suspeitos ou comprovadamente carcinogênicos, mutagênicos e teratogênicos.
Metais pesados	Acima de determinadas concentrações, os metais apresentam toxicidade.
Compostos inorgânicos dissolvidos	O uso urbano de águas aumenta o teor de sais originalmente dissolvidos na fonte de água.

VON SPERLING (2005) afirma que para caracterizar os efluentes, é necessário quantificar os atributos físicos, químicos e biológicos. Como o uso agrícola deve ser planejado, para prevenir a contaminação biológica dos produtos e efeitos danosos no solo e nas plantas, na Tabela 2, são apresentadas as diretrizes microbiológicas de uso de efluentes na agricultura. Sendo pertinente aproveitar parâmetros internacionais, englobando grupos de culturas agrícolas na classe da qualidade de água exigida e em limites de concentração estabelecidos para alguns contaminantes.

Tabela 2. Diretrizes recomendadas para a qualidade microbiológica das águas residuárias utilizadas na agricultura

Classe	Uso	Grupo exposto	N.I. ² (ovos L ¹) ³	Col. Fecal (100 mL ⁻¹)	Tratamento requerido
A	Irrigação de culturas consumidas cruas, campos esportivos, jardins públicos.	Trabalhadores, consumidores e público.	= 1	= 1.000 ⁴	Série de lagoas de estabilização que permitem obter-se a qualidade microbiológica indicada ou o tratamento equivalente.
B	Irrigação de culturas: cereais, industriais e forrageira, prados e árvores ⁵ .	Trabalhadores	< 1	Não se recomenda norma alguma	Detenção em lagoas de estabilização por 8 a 10 dias que permitem obter-se a qualidade microbiológica indicada ou o tratamento equivalente.
C	Irrigação localizada na categoria B. Quando ninguém está exposto diretamente.	Ninguém	Não se aplica	Não se aplica	Tratamento prévio segundo necessidades da tecnologia de irrigação, porém não menos que sedimentação primária.

¹ Em casos específicos, deve-se considerar os fatores epidemiológicos e socioculturais de cada região e modificar os padrões, de acordo com sua exigência; ² Espécies *Ascaris* e *Trichuris* e *Ancilostomas*; ³ Durante o período de irrigação; ⁴ Convém estabelecer uma diretriz mais restrita (< 200 CF 100 mL⁻¹) para prado público, como os hotéis, nos quais o público pode entrar em contato direto; e ⁵ No caso de árvores frutíferas, a irrigação deve cessar duas semanas antes da colheita da fruta e esta não deve ser colocada na superfície do solo. Não é conveniente irrigar por aspersão. Col. Fecal: Coliformes fecais; N.I: Nematoides intestinais.

Fonte: Adaptado de WHO (1989) e PESCOD (1992)

Tendo em vista, os aspectos sanitários e os acima mencionados, podemos obter, por meio desse conjunto de informações, a prevenção de impactos nos atributos do solo e efeitos nas plantas, além da prevenção de doenças e dos efeitos epidemiológicos. Conforme demonstrado por Al-Iahham; EL-assi e Fayyad (2003), foi observada contaminação microbiológica de frutos do tomateiro fertirrigados com esgoto sanitário tratado, via sistema de irrigação por sulcos, tiveram níveis de coliformes fecais na casca do fruto entre $1,3 \times 10^2$ e 3×10^2 UFC (Unidade Formadora de Colônia) por 100 g fruto, mas nenhum coliforme foi detectado na polpa do fruto.

Embora não exista uma legislação brasileira específica para reúso de esgoto na agricultura, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos estabelece por meio da Política Nacional de Recursos Hídricos, na Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, nesse conjunto, a resolução Nº 54 de 28 de novembro de 2005 (BRASIL, 2005), estabelece critérios para a prática de reúso direto não potável de água, confirmando a iniciativa política, para a implementação do reúso.

Nessa resolução, fica instituído reúso para fins urbanos, agrícolas, florestais, ambientais, industriais e aquicultura. Por outro lado, a técnica de reúso difundida no Brasil, e que segue totalmente uma normativa é o uso do lodo de esgoto, tendo diretrizes estabelecidas por meio do CONAMA Nº 375/2006, assim como para seus derivados, portanto o efluente poderá ser enquadrado em algumas normas dessa diretriz.

2.3 Efeitos positivos e negativos da disposição de água residuária no sistema solo-planta

O uso de efluentes tratados, em particular o esgoto doméstico, caracteriza-se por ser uma prática antiga, eficaz e usual no mundo (BOUWER; IDELOVITCH, 1987; FEIGIN; RAVINA e SHALHEVET, 1991; PESCOD, 1992), como por exemplo, as chamadas “sewage farms” na Alemanha, Austrália e França, que se encontram em operação por mais de um século (CHANG et al., 2002). Além das áreas agrícolas dos EUA (WANG; CHANG; CROWLEY, 2003), Israel (FEIGIN; RAVINA; SHALHEVET, 1991) e México (FRIEDEL et al., 2000), que recebem esse resíduo líquido por mais de 50 anos.

A determinação da dose de aplicação de esgotos, bem como a seleção de culturas para receber esse subproduto é umas das principais questões para sustentabilidade do sistema solo-planta (MOHAMMAD; AYADI, 2004). A quantidade de nutrientes adicionados ao solo por meio da fertirrigação com esgotos pode ser similar, ou até mesmo exceder, a quantidade aplicada via fertilização mineral recomendada, durante períodos de tempo similares (FEIGIN et al., 1978).

Observa-se a comprovação do efeito fertilizante dos efluentes em estudos com culturas como o algodão (FERREIRA; BELTRÃO; KÖNIG, 2005; FIDELES FILHO et al., 2005), plantas forrageiras (AZEVEDO et al., 2007, ERTHAL et al., 2010) cafeeiro (MEDEIROS et al., 2008), horticultura (BAUMGARTNER et al., 2007; SANDRI; MATSURA; TESTEZLAF, 2006) fruticulturas (REGO et al., 2005) e na produção de mudas de espécies florestais (AUGUSTO et al., 2003).

A reutilização de água residuária de bovinocultura em sistemas de cultivo com gramíneas forrageiras obtiveram resultados satisfatórios em relação ao aumento da qualidade e rendimento da forragem (ERTHAL et al., 2010). A aplicação de águas residuárias em sistemas cultivados com gramíneas forrageiras (QUEIROZ et al., 2004; MATOS et al., 2003) obteve eficiência, podendo inclusive substituir eficientemente alguns fertilizantes, proporcionando benefícios econômicos por meio da qualidade e rendimento da forragem, além de uma opção interessante do ponto de vista ambiental.

Trabalhos em resposta ao reúso de esgoto na agricultura obtiveram resultados satisfatórios ao que tange à absorção de nutrientes pelas plantas. Como evidenciado por Al-Nakshabandi et al. (1997), que observaram aumento nas concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, sódio, cálcio e magnésio, nas folhas e nos frutos de beringela, assim como Queiroz et al. (2004) avaliaram o comportamento de quatro gramíneas forrageiras (Quicuío da Amazônia, Braquiária, Tifton 85 e Coastcross) em rampas de tratamento com água residuária de suinocultura. Os conteúdos de proteína bruta, em todos os capins, foram superiores quando receberam água residuária de suinocultura em relação à água da rede de abastecimento.

Sandri; Matsura e Testezlaf (2006), estudando a viabilidade do uso de esgoto tratado na produção de alface, notou que a concentração de grande parte dos nutrientes quantificados nas folhas, foi considerada normal e adequada, estando dentro dos padrões normais de plantas bem nutridas.

Segundo Rezende (2003), as características das águas residuárias que limitarão a sua aplicação no solo são determinadas por meio de balanços de água, de nutrientes como nitrogênio e fósforo, de material orgânico e de outros constituintes presentes em elevada concentração no esgoto gerado.

Sobretudo, existem efeitos negativos da utilização de esgotos, causados pela alta concentração de sais existentes nessas águas. O aumento da concentração de sais no solo, causado pela aplicação de águas residuárias, é fator de estresse para as plantas, pois os solutos dissolvidos na solução do solo, próximos à zona das raízes, reduzem o componente osmótico do potencial da água no solo. Levando as plantas à necessidade de ajustamento osmótico para manter o fluxo de água no sentido solo-folha. O efeito da redução do componente osmótico é similar ao de um déficit hídrico consequente da depleção de água no solo para a maioria das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

2.4 Aspectos de forrageiras em pastagem

A produção animal em pastagens no Brasil tem passado por transformações, principalmente, por entender que as pastagens correspondem a um ecossistema complexo com interações entre aspectos abióticos e bióticos, evidenciando a necessidade de equilíbrio entre tais aspectos para o seu melhor desenvolvimento (SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2007). Dessa maneira, pode ser tratada com enfoque sistêmico, ponderando características ecológicas de preservação e de impacto ambiental, além da responsabilidade econômica e social (SILVA; CARVALHO, 2005).

O estabelecimento e a manutenção de pastagens produtivas e de boa qualidade são obtidos por manejos que fazem a interação entre equilíbrio da produção das forrageiras e sua utilização, possibilitando o rendimento animal. Deve-se considerar diversos aspectos, principalmente o desempenho animal, a capacidade suporte da pastagem, a produção animal por hectare, a característica botânica das gramíneas, além da estabilidade da cobertura vegetal (REZENDE et al., 2008), pois a principal fonte de alimento animal é a pastagem.

Ao pensar no aumento da produtividade de leite e carne em nível rural, uma das opções em destaque é a intensificação da produção ao pasto, pelo uso coerente de tecnologias de manejo do solo, do ambiente, da planta e do animal (ALENCAR et al., 2009). A irrigação e a fertirrigação em pastagem são técnicas cujas aplicações vêm crescendo no Brasil, possibilitando obter forrageiras de melhor valor nutricional, além

de favorecer o manejo racional do sistema de produção animal (DRUMOND et al., 2006).

O uso de fertilizantes e corretivos pelos pecuaristas é limitado, apesar de ser uma maneira efetiva de repor nutrientes no sistema e, potencialmente, garantir a sustentabilidade do sistema de produção. Essa reposição insuficiente de nutrientes certamente é um dos principais fatores que explica o crescente processo de degradação das pastagens (BARCELLOS et al., 2008).

Quando a atividade atinge esse estágio, são caracterizadas por áreas de solos expostos, plantas daninhas, erosão no solo, sinais evidentes de deficiência nutricional nas plantas e nos animais, menor taxa de crescimento das plantas, mudança do hábito de crescimento da vegetação e baixa produtividade (OLIVEIRA; CORSI, 2005).

A intensificação dos sistemas pastoris requer investimentos na implantação e condução das pastagens cultivadas. A fertilização normalmente representa alto custo para os pecuaristas, os quais optam, muitas vezes, em não realizá-la (NEUMAN et al., 2005). Logo, os dejetos líquidos urbano, de laticínio, de suínos, de bovinocultura, dentre outros, podem ser uma boa alternativa para a adubação de pastagens em substituição parcial ou total à adubação química, haja vista que trabalhos científicos têm mostrado o uso de dejetos na melhoria de características físicas, químicas e biológicas do solo, reduzindo custos de produção e impactos ambientais.

Trabalhos como os de Erthal et al. (2010) e Fonseca et al. (2007), além de levar nutrientes essenciais à cultura, trazem economia de água, energia e maior produção, desde que, conforme Cameron; Di e McLaren (1997) e Bond (1998), a disposição sustentável de água residuária no sistema solo-planta tenha o monitoramento do solo, da solução no solo, da nutrição e do rendimento das plantas, bem como o estudo da viabilidade econômica e ambiental dessa técnica.

Segundo Kozen (2002), os principais objetivos desse processo seriam um aproveitamento integral e racional de todos os recursos disponíveis dentro da propriedade rural. O aumento da estabilidade dos sistemas de produção, o investimento em novas tecnologias, a associação de componentes da cadeia produtiva que preservem o meio ambiente e a eficiência dos sistemas de produção,

reduzindo custos e melhorando a produtividade, vem sendo um grande desafio para o agronegócio, ou seja, o desenvolvimento de sistemas de produção agropecuários capazes de produzir alimentos em qualidade e quantidades suficientes, sem afetar adversamente os recursos do solo e o meio ambiente.

Na escolha de plantas forrageiras para fins de aplicação de águas residuárias, por disposição no solo, devem-se preferir as perenes, com alta capacidade de extração de nutrientes e produção de matéria seca, que permitam cortes frequentes e sucessivos ao longo da maior parte do ano, cubram bem o solo e sejam palatáveis aos animais. Outras características desejáveis são adaptar-se às condições de clima e solo locais, baixa susceptibilidade a pragas e doenças e tolerância à salinidade e toxicidade a íons específicos (ERTHAL et al., 2010)

Diante disso, geralmente fazem uso de forrageiras como Tifton 85, pertencente ao gênero *Cynodon* spp que atende a essas características, apresentando elevado perfilhamento, produtividade e alto valor nutritivo, além de homogeneidade na cobertura e rápida recuperação ao corte, favorecendo a alimentação animal. O capim Marandú (*Brachiaria brizantha*) também possui boas características agrônômicas, sendo predominante na pastagem brasileira adaptando-se facilmente às condições edafoclimáticas do país, sendo bastante resistente a doenças.

2.4.1 – Tifton 85 (*Cynodon* spp)

As gramíneas do gênero *Cynodon* proporcionam elevadas quantidades de forragem de alta qualidade e resistem aos fatores adversos do clima tropical e subtropical (BURTON, 1951).

O capim Tifton 85 Bermudagrass foi desenvolvido no Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, em cooperação com a Universidade da Geórgia, pela equipe do Prof. DSc. Burton. Foi registrada e liberada para plantio nos Estados Unidos em 1992. É um híbrido F1 interespecífico, resultante do cruzamento entre Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis*) e a introdução PI 290884 (*Cynodon dactylon*), oriundo da África do Sul. Esse híbrido, conforme o autor pode ser caracterizado pela alta produção de matéria seca e alta digestibilidade (BURTON; GATES; HILL, 1993)

Tem características agrônômicas, tais como dominância sobre espécies invasoras, boa remoção de nutrientes, melhor desenvolvimento sob condição de elevado teor

de matéria orgânica, fechamento homogêneo e mais denso, maior produção de massa seca e uma recuperação mais rápida após o corte, ainda podendo ser utilizada na alimentação animal (STEFANUTTI et. al., 1999).

O capim apresenta hastes mais delgadas e lisas, folhas menores e estreitas, coloração mais escura, estolões abundantes e rizomas mais grossos e desenvolvidos, mas em quantidade relativamente pequena. Apresenta, ainda, relação folha/colmo superior ao Tifton 68, o que lhe confere melhor qualidade, sendo indicada para fenação, uma gramínea de ciclo fotossintético C4, subtropical, perene, que apresenta um crescimento prostrado característico; é estolonífera e rizomatosa, sendo considerada como grama bermuda (BURTON; HANNA, 1995).

Quando comparado, por exemplo, ao Coastal bermuda, o Tifton 85 é 26% mais produtivo e 11% mais digestível, sendo manejado para produção de feno (Hill; GATES; BURTON, 1993). Por suas características, Queiroz et al. (2004), ao avaliarem diversas gramíneas forrageiras, para uso no tratamento de esgotos de suinocultura em rampas de escoamento superficial, o capim-Tifton 85 mostrou-se o mais adequado para o cultivo, por sua produtividade e capacidade de extração de nutrientes alcançadas, além da rápida recuperação após o corte, com boa cobertura do solo e o impedimento ao desenvolvimento de poucas espécies invasoras no local.

2.4.2 – *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

A pastagem é baseada na vegetação de gramíneas, apresentando crescimento na década de 70, além da obtenção de cultivares melhor adaptado como a *Brachiaria brizantha* (ZIMMER et al., 2002). A *Brachiaria brizantha* é originada de uma região vulcânica, onde os solos geralmente apresentam bons níveis de fertilidade, desenvolvendo-se em climas tropicais (NUNES et al., 1985), apresenta um ecotipo denominado Marandu ou Braquiarão e em 1984 a cultivar Marandu foi liberada para comercialização no Brasil pela EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuário dos Cerrados (CPAC) como alternativa de forrageira adaptada às condições dos solos de cerrado com média à boa fertilidade (MILES; MAASS; VALLE, 1996).

Em relação à adaptabilidade dessa gramínea, tem bom desenvolvimento em diferentes condições edafoclimáticas e por isso se adaptam facilmente à pastagem brasileira. Produzem touceiras, com perfilho eretos e sendo intensos nos superiores,

promovendo a multiplicação de inflorescências, principalmente sob o regime de pastejo ou corte, apresenta pelos na porção apical dos entrenós e bainhas, exigem boa fertilidade do solo, mais é resistente (NUNES et al., 1985).

Quanto à sua produção e valor nutritivo, mostram-se melhores resultados na primavera e no outono, adaptando-se bem em solos de média e boa fertilidade, tolerando altas saturações de alumínio. Apresenta média capacidade de proteção dos solos, podendo ser implantada em solos com textura média ou arenosa, também pode ser indicada para áreas de relevo plano a ondulado, demonstrando também uma média tolerância ao sombreamento, boa tolerância ao fogo e seca, porém muito sensível a geadas e pouco tolerante a solos encharcados (SKERMAN; RIVEROS, 1992).

Barnabé et al. (2007), avaliando essa forrageira, fertirrigada com dejetos líquidos de suínos, obtiveram uma média de 24,46 % de massa seca e Gerdes; Werner e Colozza (2000) obtiveram teores de 20,17 % e 22,90 % na primavera e verão.

3.0 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, no município de Alegre-ES (Figura 1) tendo como coordenadas: latitude 20°45'2,3" Sul, longitude 41°29'17,7" Oeste e altitude de 119 metros. O clima da região típico é quente e úmido no verão e seco no inverno. A temperatura anual média é de 23,1 °C e a precipitação média anual de 1.200 mm.

O experimento foi conduzido no período de 1º junho a 26 de setembro de 2010, entre o preparo do solo para o preenchimento dos vasos e o corte das forrageiras.



Figura 1. Casa de vegetação onde foi montado o experimento.

O experimento (Figura 2) foi montado no esquema de parcela subdividida 2 x 5, sendo nas parcelas as forrageiras em dois níveis (capim-marandú (*Brachiaria brizantha*) e Tifton 85 (*Cynodon spp*)) e na subparcela, doses de nitrogênio em cinco níveis (adubação mineral, 20 kg ha⁻¹, 40 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹ e 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio do efluente) em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições.

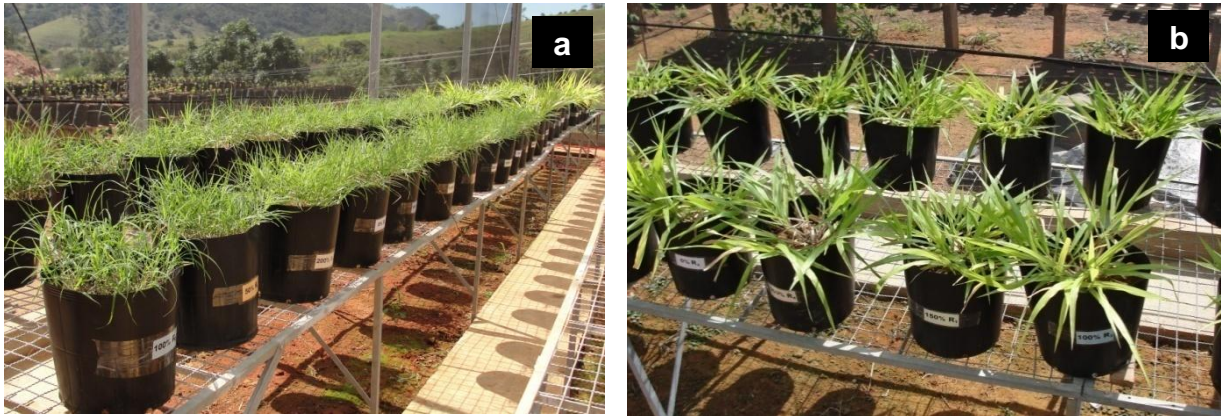


Figura 2. Vista do experimento com todas as unidades experimentais. **a.** Tifton 85; **b.** *Brachiaria brizantha*.

As doses de nitrogênio constituíram-se de quatro doses de esgoto doméstico tratado (EDT) e uma adubação mineral. As doses de EDT foram determinadas conforme a quantidade de nitrogênio presente no esgoto, estabelecendo-se doses de 20 kg ha^{-1} , 40 kg ha^{-1} , 60 kg ha^{-1} e 80 kg ha^{-1} desse nutriente para as forrageiras, em relação à adubação mineral estabelecida de 40 kg ha^{-1} aplicado para forrageiras em estudo.

O solo utilizado nas unidades experimentais foi coletado no perfil natural de um Latossolo Vermelho-Amarelo, existente próximo ao local onde foi montado o experimento. Após coletado, seco ao ar e destorroado, foi retirada uma amostra que foi encaminhada ao laboratório, onde foram determinados, conforme metodologia descrita pela Embrapa (2009), os teores de alumínio, fósforo disponível, potássio, cálcio, magnésio, ferro, cobre, boro, sódio e carbono. Após as análises, foram obtidos os valores da matéria orgânica, saturação de bases, capacidade de troca catiônica, índice de saturação por sódio e potencial hidrogeniônico (Tabela 3).

Tabela 3. Atributos físicos e químicos do solo utilizado no experimento

Atributos	Valores
Densidade do solo (kg dm^{-3}) ¹	1,10
pH	6,1
Enxofre (mg dm^{-3}) ²	3,0
Fósforo (mg dm^{-3}) ²	2,0
Potássio (mg dm^{-3}) ³	16,0
Sódio (mg dm^{-3}) ³	15,0
Cálcio (cmolc dm^{-3}) ⁴	0,7
Magnésio (cmolc dm^{-3}) ⁴	4,9
Alumínio (cmol dm^{-3}) ⁵	0,2
H+Al (cmolc DM^{-3}) ⁶	2,5
Soma de Bases (cmolc dm^{-3})	5,7
Índice de saturação de Sódio (%)	0,8
CTC potencial (cmolc dm^{-3})	8,2
CTC efetiva (cmolc dm^{-3})	5,8
Saturação por bases (%)	2,6
Saturação por alumínio (%)	69,4
Carbono (g Kg^{-1}) ⁷	1,7
Matéria orgânica (g kg^{-1})	2,9
Ferro (mg dm^{-3}) ⁸	120,0
Cobre (mg dm^{-3}) ⁸	1,4
Zinco (mg dm^{-3}) ⁸	2,5
Manganês (mg dm^{-3}) ⁸	15,0
Boro (mg dm^{-3}) ⁹	0,1

1. Método da Proveta; 2. Extraído por Mehlich-1 e determinado por colorimetria; 3. Extraído por Mehlich-1 e determinado por fotometria de chama; 4. Extraído com cloreto de potássio 1 mol L⁻¹ e determinado por titulometria; 5. Extraído com cloreto de potássio 1 mol L⁻¹ e determinado por espectrofotômetro de absorção atômica; 6. Extraído com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0 e determinado por titulação; 7. Extraído por oxidação, via úmida, com dicromato de potássio em meio sulfúrico e determinado por titulação e 8. Determinado por espectrofotômetro de absorção atômica e 9. Determinado por via seca e leitura em calorimetria (EMBRAPA, 2009).

O esgoto doméstico tratado, utilizado no experimento foi oriundo da estação de tratamento de esgoto doméstico no Município de Jerônimo Monteiro-ES. Este foi coletado em uma tubulação na saída para o corpo hídrico, após passar por todo o processo de tratamento primário e secundário (Figura 3).



Figura 3. Ponto da coleta do efluente tratado na estação de tratamento de Jerônimo Monteiro-ES.

O esgoto bruto que chega à estação de tratamento de esgoto é tratado conforme o esquema da Figura 4, evidenciando o tratamento e separação do resíduo líquido (efluente) e sólido (lodo).

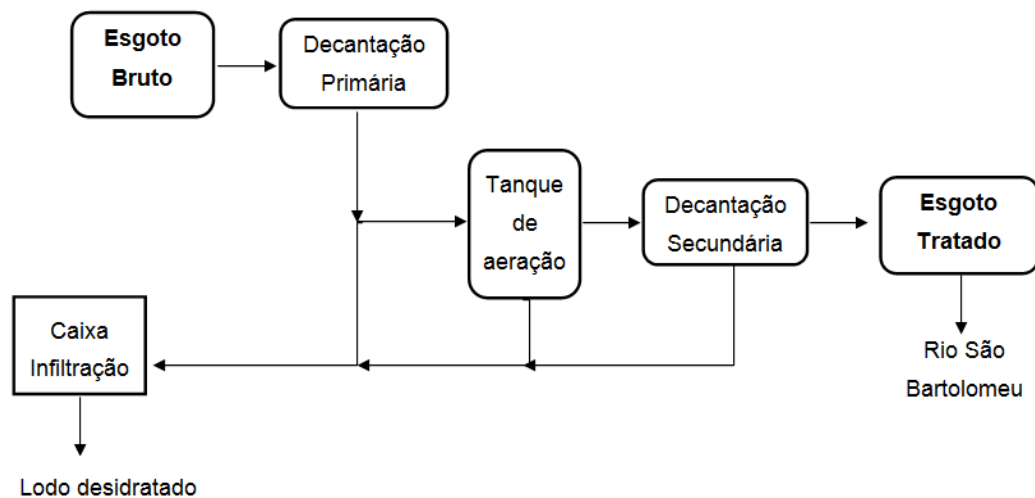


Figura 4. Esquema do tratamento de efluente doméstico da estação de Jerônimo Monteiro, Espírito Santo.

Após coletadas, as amostras do efluente foram enviadas ao laboratório para caracterização química (Tabela 4), onde foi determinada a concentração dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, sódio, cloro, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica, conforme Apha (2005).

Tabela 4. Características químicas do esgoto doméstico tratado utilizado durante o experimento

Parâmetros avaliados	Esgoto doméstico tratado
Potencial hidrogeniônico	7,62
Condutividade Elétrica (dS m ⁻¹)	0,51
Potássio (mg L ⁻¹)	12,11
Sódio (mg L ⁻¹)	9,4
Cloreto (mg L ⁻¹)	3,54
Ferro (mg L ⁻¹)	<0,01
Fósforo total (mg L ⁻¹)	22,7
Nitrogênio total (mg L ⁻¹)*	52
Boro (mg L ⁻¹)	7,9
Cálcio (mg L ⁻¹)	52,1
Magnésio (mg L ⁻¹)	2,4
Enxofre (mg L ⁻¹)	0,07
Razão de Adsorção de Sódio (cmol _c L ⁻¹)	0,35

* semimicro Kjeldahl;

O transporte do efluente realizou-se em recipientes de 60 L, sendo posteriormente armazenado em recipiente de 500 L dentro da casa de vegetação. Para o uso do esgoto, o mesmo foi retirado diretamente do reservatório, por meio de torneiras próximas e com auxílio de proveta graduada de 1L foram aplicados nas parcelas experimentais.

Cada vaso possuía diâmetro inferior de 0,30 m, superior de 0,31 m e altura de 0,25 m, os mesmos eram furados no fundo e foram providos de drenagem constituída de uma camada de brita zero, com espessura de aproximadamente dois centímetros, sobre a qual foi colocada uma camada de areia lavada de igual espessura.

O preenchimento dos vasos foi realizado com solo seco ao ar, homogeneizado, e passado em peneira com malha de até 4 mm e com duas camadas de 10 cm. Todos os vasos receberam o mesmo volume de solo. Não foi necessária a aplicação de calcário para corrigir a acidez do solo, de acordo com o método de saturação por bases descrito por Prezotti et al. (2007).

As mudas das duas espécies de forrageiras foram provenientes da área de bovinocultura do Instituto Federal de Ensino do Espírito Santo (IFES), na localidade

de Rive, Alegre – ES. Após coletadas, as mudas foram transplantadas para vasos de polietileno, com igual volume de solo, de maneira a cobrir toda área superficial, dos mesmos, promovendo assim uma densidade de plantas uniforme em todas as unidades experimentais.

Diante dos resultados da análise química do solo e do esgoto, as unidades experimentais, correspondentes ao tratamento com adubação mineral, receberam nitrogênio (Sulfato de Amônio), fósforo (Super fosfato simples) e potássio (Cloreto de Potássio), enquanto as demais unidades referentes à aplicação de esgoto doméstico tratado foram adubadas de forma complementar com Fósforo (Super simples) e Potássio (Cloreto de Potássio) e com a dose de esgoto correspondente ao nitrogênio.

As adubações foram de 40 kg ha^{-1} de Nitrogênio para a adubação das forrageiras utilizadas. O valor necessário de adubação foi corrigido para o volume de solo dentro dos vasos e as doses aplicadas conforme esse valor, diante do nitrogênio proveniente do esgoto tratado.

Para determinar o peso médio dos vasos, quando o solo dos mesmos se encontrava na capacidade de campo, efetuou-se uma irrigação em uma amostra de 10 vasos, até atingir o peso constante. Após dois dias, as mesmas amostras foram pesadas, a fim de encontrar o quanto que evapotranspirou, para proceder à irrigação visando voltar o solo do vaso ao peso inicial. Portanto, obteve-se o peso médio de cada vaso, na capacidade de campo, com uma muda plantada para assim efetuar a fertirrigação.

Nos primeiros 30 dias após o plantio das forrageiras nos vasos, as unidades experimentais foram irrigadas apenas com água, obedecendo a um balanço de água no solo baseado em um turno de rega de dois dias, após esse período, iniciou-se a fertirrigação no período do dia 23 de agosto a 24 de setembro.

Como reportado acima, para o cálculo das doses de esgoto tratado, o nitrogênio foi o nutriente de referência para se estabelecer as aplicações propostas pelo trabalho, baseado em uma adubação de 40 kg ha^{-1} .

A lâmina de água e a fertirrigação foram determinadas com a pesagem dos vasos, em que a diferença de pesos correspondia o volume aplicado para elevar o solo à capacidade de campo. As aplicações do esgoto foram realizadas manualmente, com

frequência de irrigação de dois dias até completar o valor total a ser aplicado em cada parcela (sendo 3 L, 6 L, 9 L, 12 L de esgoto tratado gasto por unidade experimental), valor encontrado conforme o cálculo das doses.

Ao término da aplicação do volume total de esgoto de cada parcela, completava-se com água até a capacidade de campo dos vasos. Nas parcelas com adubação mineral convencional, os vasos foram irrigados com água de abastecimento da área experimental, durante todo o período do experimento.

Os tratos culturais, controle de plantas invasoras e controle de pragas foram feitos manualmente quando necessários.

A avaliação do efeito da aplicação de esgoto doméstico tratado no desenvolvimento das forrageiras foi realizada aos 25 dias, após o término da aplicação (25 de setembro) do volume de efluente necessário, a cada dosagem, finalizando após a maior dosagem que foi de 2,0, com 12 L de efluente, aplicado em cada unidade experimental. Para tanto, realizaram-se o corte da parte aérea das forrageiras com o auxílio de uma tesoura de poda, a uma altura de quatro centímetros do solo.

Após o corte, a parte aérea das gramíneas foi pesada imediatamente para obtenção da massa natural. Em seguida, o material foi acondicionado em sacos de papel, previamente identificados e levado à estufa de circulação forçada de ar à temperatura de $65^{\circ}\text{C} \pm 2$ durante 72 h, para determinação da massa seca (SILVA e QUEIROZ, 2002).

O material seco foi triturado em moinho tipo Willey com peneira de 30 mesh de malha e acondicionado em sacos de papel, devidamente identificados e encaminhando ao laboratório para determinação dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, zinco, manganês, sódio e boro, conforme preconizado pela Embrapa (2009). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido multiplicando-se o fator 6,25 pelo valor de nitrogênio encontrado conforme estabelecido por Galvani e Gaertner (2006).

A análise estatística foi realizada por meio de análise de variância ($p \leq 0,05$) utilizando o software SAEG 9.1 (2006) e quando significativo foi aplicado o teste de Tukey e Dunnett para $p \leq 0,05$.

4.0 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização química do efluente de esgoto utilizado na Fertirrigação

Trabalhando com fertirrigação de esgoto doméstico no cafeeiro, valores de nitrogênio total, fósforo total, cálcio, potássio e magnésio próximos aos encontrados neste experimento, foram observados por Souza et al. (2005) e Medeiros et al. (2008), ressaltando que as variações dos parâmetros físicos e químicos em esgoto doméstico tratado está relacionado ao clima, à região, à situação socioeconômica e aos hábitos da população (VON SPERLING, 2005).

Por meio dos valores obtidos na Tabela 4, nota-se que estão dentro dos critérios usualmente observados, quando comparados a valores de referência de Feigin; Ravina e Shalhevet (1991), Pescod (1992) e Usepa (2004).

Uma atenção deve ser dada, quando são avaliados os problemas de toxicidade provocados pelos íons de boro, sódio e cloretos, pois os teores desses elementos no esgoto podem provocar algum tipo de toxidez nas plantas. Entretanto, tais sintomas não foram visíveis neste experimento, possivelmente pelo tempo da avaliação. Segundo Ayers e Westcot (1999), analisando o grau de restrição ao uso, verificaram que o boro e o cloreto apresentaram moderada restrição, enquanto o sódio apresentou severa restrição, se o esgoto doméstico tratado fosse utilizado como irrigação.

Vale ressaltar que, a presença de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e fósforo são essenciais para o desenvolvimento das culturas. Logo, os resultados evidenciam o potencial fertilizante do esgoto doméstico tratado, utilizado no experimento.

Além disso, o valor da razão de absorção de sódio e condutividade elétrica, na Tabela 4, foi considerado de restrição moderada, podendo ser utilizado conforme as diretrizes de Ayers e Westcot (1999) para irrigação. Porém, o esgoto doméstico tratado neste trabalho, foi utilizado para fertirrigação ao longo do experimento, evitando possivelmente o risco de salinização do solo.

4.2 Avaliação nutricional das forrageiras fertirrigadas com esgoto doméstico tratado

De acordo com os resultados da análise de variância nos Apêndices (A, B, C e D), nota-se que houve interação significativa ($p \leq 0,05$) entre as espécies e as dosagens de esgoto doméstico para os parâmetros nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, manganês, cobre, boro, sódio, proteína bruta, massa natural e matéria seca da parte aérea. Para o zinco e enxofre, a interação não foi significativa e, portanto a diferença ficou estabelecida nos fatores.

O zinco e o enxofre não apresentaram interação significativa, possivelmente pelo baixo teor desses nutrientes no esgoto doméstico tratado, utilizado durante a fertirrigação, e como não foi aplicada adubação para extração dos nutrientes pelas forrageiras, os valores mantiveram-se baixos.

4.2.1 Nitrogênio

O Tifton 85 apresentou maior teor de nitrogênio na parte aérea em relação à *Brachiaria* quando foi utilizado a adubação mineral e o esgoto doméstico tratado, exceto na dose correspondente de 80 kg ha^{-1} recomendado para a cultura, pois não diferiu (Figura 5).

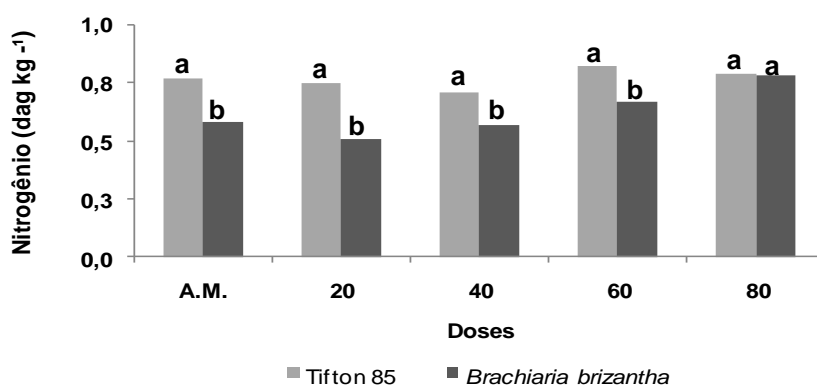


Figura 5. Teor de nitrogênio (dag kg^{-1}) na parte aérea em função das forrageiras (*Brachiaria* e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico). Valores seguidos pela mesma letra na coluna não difere estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A aplicação de esgotos em comparação à adubação mineral do Tifton 85 não proporcionou diferença no teor de nitrogênio (Tabela 5). Por sua vez, a aplicação de esgoto doméstico tratado na dose correspondente a 80 kg⁻¹ ha no capim *Brachiaria* propiciou maior acúmulo desse nutriente na parte aérea.

Tabela 5. Teor de nitrogênio (dag kg⁻¹) na parte aérea da *Brachiaria* e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico

Forrageiras	Adubação Mineral 40 kg/ha	Dose de nitrogênio aplicado por meio do esgoto doméstico tratado com base na recomendação para as forrageiras (kg/ha)			
		20	40	60	80
Tifton 85	0,770	0,750 ^{ns}	0,710 ^{ns}	0,820 ^{ns}	0,790 ^{ns}
<i>Brachiaria</i>	0,580	0,510 ^{ns}	0,570 ^{ns}	0,670 ^{ns}	0,780*

Valores com ns não diferem estatisticamente da adubação mineral (controle) pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade.

O teor de nitrogênio na parte aérea das forrageiras encontra-se abaixo do considerado adequado para Tifton 85 (2,0-2,6 dag kg⁻¹) e para *Brachiaria brizantha* (1,3-2,0 dag kg⁻¹), segundo Werner et al. (1996).

Observa-se que, o nitrogênio aplicado não nutriu adequadamente as forrageiras, mesmo na dose 80 kg ha⁻¹, foi insuficiente. Esses resultados demonstram baixa aplicação de nitrogênio, tanto na adubação mineral quanto na fertirrigação. Inferindo que a adubação mineral de formação não foi suficiente para nutrir as forrageiras.

Diferente desses resultados, Silva Neto et al. (2010) obtiveram com o uso de esgoto de lavagem de frigorífico em área com *Brachiaria*, aumento nos teores de nitrogênio foliar com as maiores dosagens de esgoto aplicada, nos dois cortes realizado durante o trabalho. Tais autores atribuíram esse resultado à disponibilização do nitrogênio pelo esgoto de frigorífico, na forma mineral assimilada pela planta.

Não obstante, Souza et al. (2009) observaram diferenças significativas, no estudo com manejo de adubação mineral e manejo via fertirrigação com efluente doméstico. O uso de esgoto doméstico via fertirrigação permitiu ao capim Tifton 85 obter valores superiores ao manejo com adubação mineral, apresentando teor foliar de nitrogênio com efeito significativo durante a aplicação do efluente.

No entanto, Miranda et al. (2010), ao trabalhar o efeito de efluente de carcinocultura nos cultivares Mombaça e Tanzânia, não obtiveram resultados significativos nos

tratamentos entre água e efluente, no que diz respeito ao teor foliar de nitrogênio, embora o efluente tenha apresentado valores consideráveis do nutriente.

4.2.2 Fósforo

O teor de fósforo na parte aérea entre as forrageiras foi significativo (Figura 6), isso demonstra que o acúmulo no Tifton 85 foi superior, quando submetido à adubação mineral e fertirrigados com esgoto doméstico tratado nas doses de 20 kg ha⁻¹ e 40 kg ha⁻¹. Considerando as doses 60 kg ha⁻¹ e 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio, ambas as espécies foram estatisticamente iguais.

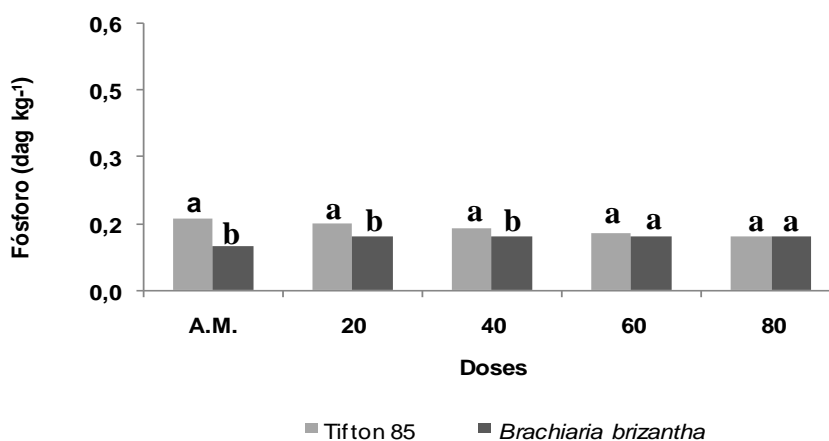


Figura 6. Teor de fósforo (dag kg⁻¹) na parte aérea em função das forrageiras (*Brachiaria* e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico). Valores seguidos pela mesma letra na coluna não difere estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Por outro lado, nota-se que as dosagens de efluente no capim Tifton 85 e no capim *Brachiaria* na Tabela 6, não proporcionaram diferenças significativas quando comparado à adubação mineral, o que era esperado, pois foi realizada a aplicação complementar de fósforo nos tratamentos que receberam esgoto doméstico tratado.

Tabela 6. Teor de Fósforo (dag kg⁻¹) na parte aérea da *Brachiaria* e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico

Forrageiras	Adubação Mineral 40kg/ha	Dose de nitrogênio aplicado por meio do esgoto doméstico tratado com base na recomendação para as forrageiras (kg/ha)			
		20	40	60	80
Tifton 85	0,16	0,15 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,12 ^{ns}
<i>Brachiaria</i>	0,10	0,12 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,12 ^{ns}

Valores com ns não diferem estatisticamente da adubação mineral (controle) pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade

A diferença entre as forrageiras pode ser explicada pelas características agronômicas das mesmas. O capim Tifton é reconhecido, como um cultivar de elevada exigência nutricional, conseqüentemente de alto valor nutritivo e grande capacidade de extração de nutrientes. Embora a *Brachiaria* seja altamente resistente e competitiva, consegue se adaptar a condições mais restritivas de nutrientes.

Os teores de fósforo na parte aérea, obtidos nos níveis de nitrogênio aplicados, estão na faixa da exigência nutricional necessária ao Tifton 85 (0,15-0,3 dag kg⁻¹) e para *Brachiaria* todos os níveis estão dentro da faixa limite (0,08-0,3 dag Kg⁻¹), segundo Werner et al. (1996).

Fonseca et al. (2001) encontraram maiores teores de fósforo na matéria seca do capim coastcross fertirrigados com esgoto, em relação à cultivada sem efluente em quatro cortes efetuados. Os autores salientaram a tendência de decréscimo, no teor de fósforo com o envelhecimento da planta, principalmente na forragem cultivada sem esgoto, afirmando ser em razão da atividade metabólica da planta, que reduz com a idade. Neste trabalho, foi avaliado apenas um corte das forrageiras, em um período de 60 dias (entre o plantio e o corte), e os resultados tendenciam ao decréscimo tendo em vista a senescências das forrageiras.

Esses resultados foram diferentes dos obtidos por Erthal et al. (2010), pois ao utilizar água residuária de bovinocultura, as forrageiras em todos os tratamentos obtiveram concentração de fósforo superior às testemunhas, com o Tifton tendenciando ao maior aumento de absorção, evidenciando a sua alta capacidade de extração de nutriente, e com isso assemelhando-se a este trabalho. Ressaltando, o trabalho de Matos et al. (2010), ao avaliarem o capim Tifton 85, verificaram sua eficiência de adaptação nos sistemas alagados construídos, para o tratamento de águas

residuárias de laticínios, justamente porque a forrageira foi capaz de remover grandes quantidades de nutriente, dentre esses, o fósforo. Isso corrobora com a capacidade do capim Tifton 85 em absorver maiores nutrientes em relação ao capim elefante cv. Napier (*Pennisetum purpureum* schum) e até mesmo do capim *Brachiaria brizantha*.

4.2.3 Potássio

O teor de potássio na parte aérea mostrou diferenças entre as espécies, somente na dose de esgoto doméstico correspondente a 20 kg ha⁻¹ e 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 7).

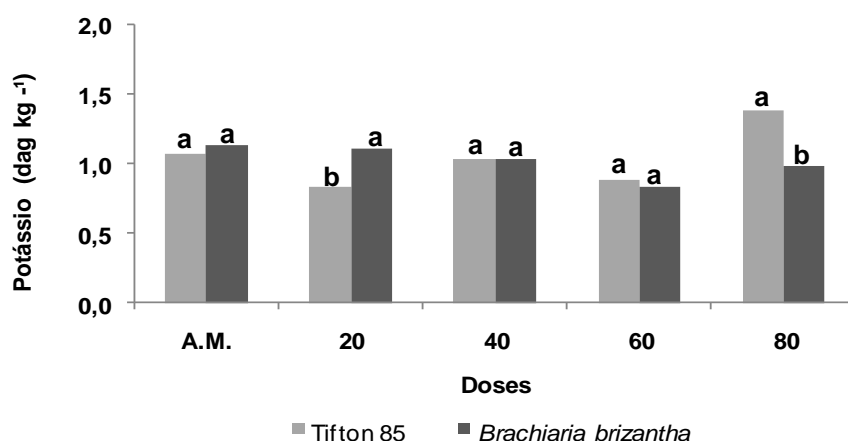


Figura 7. Teor de potássio (dag kg⁻¹) na parte aérea em função das forrageiras (*Brachiaria* e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico). Valores seguidos pela mesma letra na coluna não difere estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Assim como ocorreu para o fósforo, a adubação mineral não diferiu da aplicação de esgoto doméstico tratado, devido também, à aplicação complementar de potássio nos tratamentos que receberam esgoto doméstico tratado (Tabela 7).

Tabela 7. Teor de Potássio (dag kg^{-1}) na parte aérea da *Brachiaria* e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico

Forrageiras	Adubação Mineral 40 kg/ha	Dose de nitrogênio aplicado por meio do esgoto doméstico tratado com base na recomendação para as forrageiras (kg/ha)			
		20	40	60	80
Tifton 85	1,07	0,83 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,88 ^{ns}	1,39 ^{ns}
<i>Brachiaria</i>	1,14	1,11 ^{ns}	1,03 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,99 ^{ns}

Valores com ns não diferem estatisticamente da adubação mineral (controle) pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade,

Apesar do aporte de potássio no esgoto e a realização da adubação mineral desse nutriente no solo, os valores encontrados em ambas forrageiras estão abaixo da exigência nutricional das plantas, de acordo com Werner et al. (1996), mas não apresentaram deficiência nutricional visível (Tifton $1,5\text{-}3,0 \text{ dag kg}^{-1}$ e *Brachiaria* $1,2\text{-}3,0 \text{ dag kg}^{-1}$). Sandri; Matsura e Testezlaf (2006) afirmaram que, o potássio adicionado ao solo pode não estar completamente disponível às plantas, uma vez que, no solo, pode estar em diferentes formas (fixado, trocável ou constituinte da matéria orgânica).

Corrêa; Melo Filho e Bernardes (2000) observaram em área coberta com gramíneas, o aumento das concentrações de potássio entre a área controle (irrigado com água) e a área irrigada com esgoto doméstico. Os autores sugeriram o fato dos esgotos domésticos não ser fonte evidente de potássio, podendo a taxa de reposição estar sendo menor que a de assimilação e retirada pela vegetação. No entanto, Rusan; Hinnawi e Rousan (2007) ressaltam que a concentração de potássio foliar em forrageiras, onde foi aplicado efluente, não apresentou diferença significativa a longo prazo para a área controle (irrigada com água), nem mesmo entre os 5 e 10 anos de aplicação. Determinando o fato do potássio, essencial às culturas, ao sofrer um possível desbalanço de N-P-K no esgoto, será imperativo o suprimento desse nutriente às plantas.

Em concordância, podemos utilizar a afirmação proposta por Feigin; Ravina e Shalhevet (1991), em que ressalta o fato de o potássio ser um macronutriente essencial às plantas, mesmo que a fertirrigação com esgoto tenha valores altos desse nutriente, não seria suficiente para nutrir as culturas sem o uso de adubação química, uma vez que a demanda é grande.

4.2.4 Cálcio

Pode-se observar que o teor de cálcio na parte aérea no capim Tifton 85 foi superior em relação ao teor na parte aérea da *Brachiaria* em todos os níveis de nitrogênio aplicados, notando-se maior extração desse nutriente pelo capim Tifton 85, que segundo Prezotti et al. (2007), é um cultivar de grande exigência nutricional (Figura 8).

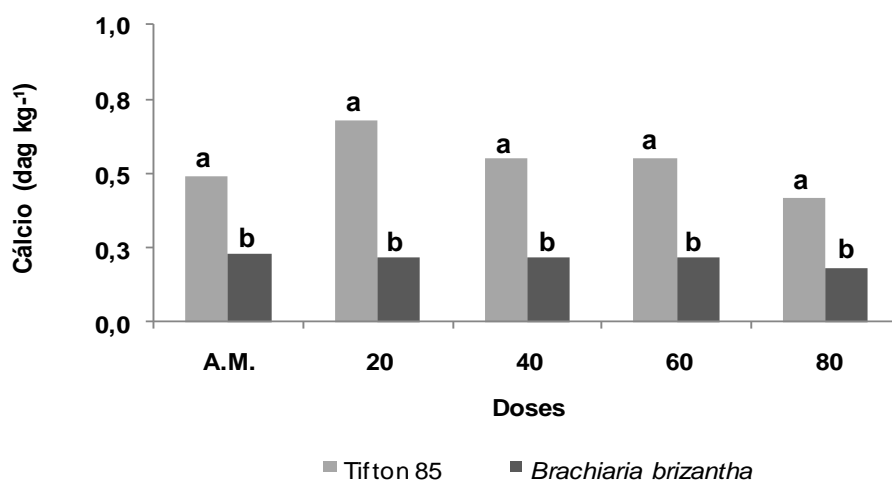


Figura 8. Teor de cálcio (dag kg⁻¹) na parte aérea em função das forrageiras (*Brachiaria* e Tifton 85) para doses de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico). Valores seguidos pela mesma letra na coluna não difere estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Comparando a adubação mineral com as doses de esgoto doméstico aplicadas, em ambas as forrageiras, o teor de cálcio na parte aérea não diferiu (Tabela 8). Esse resultado tem relação à maneira de adubação adotada, assim como ocorreu com outros nutrientes.

Tabela 8. Teor de Cálcio (dag kg⁻¹) na parte aérea da *Brachiaria* e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico

Forrageiras	Adubação Mineral 40 kg/ha	Dose de nitrogênio aplicado por meio do esgoto doméstico tratado com base na recomendação para as forrageiras (kg/ha)			
		20	40	60	80
Tifton 85	0,49	0,68 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,42 ^{ns}
<i>Brachiaria</i>	0,23	0,22 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,18 ^{ns}

Valores com ns não diferem estatisticamente da adubação mineral (controle) pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade.

O teor de cálcio na parte aérea no capim Tifton 85, com adubação mineral e fertirrigadas com efluente, encontra-se na faixa adequada (0,3-0,8 dag dm⁻³) recomendada por Werner et al. (1996). Contudo, para *Brachiaria*, os teores estão abaixo do esperado (0,3-0,6 dag dm⁻³), mas as mesmas não apresentaram deficiência nutricional em virtude do período de crescimento, pois estavam no período de senescência e não foi realizado adubação complementar.

Vale ressaltar que, a superioridade no teor de cálcio na parte aérea do Tifton 85 está relacionada à sua alta capacidade de extração de elementos e absorção, sendo um cultivar de grande exigência, e por isso é eficiente no tratamento de esgotos por disposição no solo, em razão de suas características agrônômicas, conforme observado por (BERTONCINI, 2008; QUEIROZ et al. 2004). Porém, como existe o equilíbrio cálcio-magnésio, observa-se maior absorção de um nutriente em detrimento do outro.

Isso acontece porque, segundo Orlando Filho et al. (1996), a inter-relação entre os nutrientes Cálcio e Magnésio na nutrição vegetal está relacionada às suas propriedades químicas próximas, como o raio iônico, valência, grau de hidratação e mobilidade, permitindo a competição pelos sítios de adsorção no solo, e na absorção pelas raízes. Como consequência, a presença de um pode prejudicar os processos de absorção do outro, fato ocorrente para os íons Ca⁺² e Mg⁺².

Os resultados obtidos neste trabalho, foram superiores ao encontrado por Erthal et al. (2010) na fertirrigação com efluente de bovinocultura em forrageiras, em que não apresentaram diferenças significativas entre as dosagens de efluente, diferindo apenas em relação à adubação mineral. Além disso, segundo os autores, o teor foliar de cálcio teve tendência de decréscimo nas maiores dosagens de esgoto aplicadas.

Os resultados corroboram com Miranda et al. (2010), embora tenham utilizado o efluente de carcinocultura, não obtiveram diferença significativa entre os tratamentos (com efluente e com água de abastecimento), para o teor foliar de cálcio no capim tanzânia e mombaça. Já Adeli; Rower e Reaf (2006), por meio da aplicação de matéria orgânica no solo, obtiveram decréscimo no teor foliar de cálcio em plantas de grama-bermuda.

4.2.5 Magnésio

O teor magnésio na parte aérea da *Brachiaria* apresentou maiores valores desse nutriente em relação ao Tifton 85, em todos os tratamentos aplicados (Figura 10). Por outro lado, em ambas as forrageiras, a adubação mineral não diferiu da aplicação do esgoto doméstico tratado (Tabela 9).

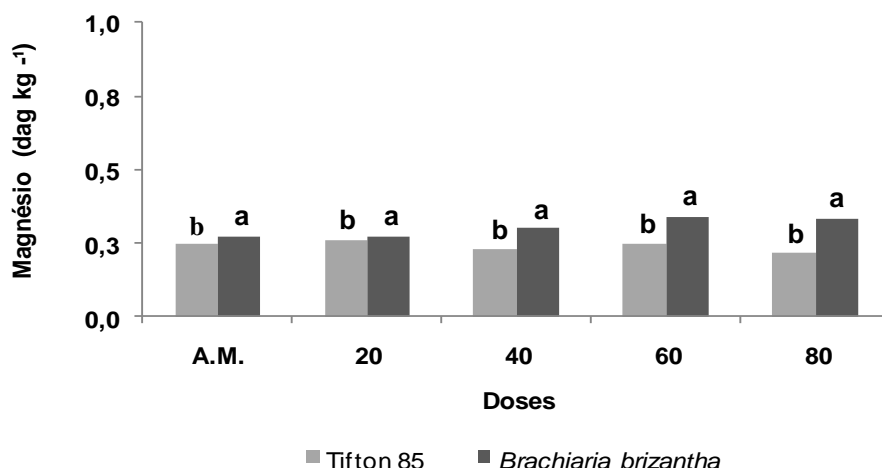


Figura 9. Teor de magnésio (dag kg^{-1}) na parte aérea em função das forrageiras (*Brachiaria* e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico) Valores seguidos pela mesma letra na coluna não difere estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 9. Teor de Magnésio (dag kg^{-1}) na parte aérea da *Brachiaria* e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico

Forrageiras	Adubação Mineral 40 kg/ha	Dose de nitrogênio aplicado por meio do esgoto doméstico tratado com base na recomendação para as forrageiras (kg/ha)			
		20	40	60	80
Tifton 85	0,25	0,26 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,22 ^{ns}
<i>Brachiaria</i>	0,27	0,27 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,33 ^{ns}

Valores com ns não diferem estatisticamente da adubação mineral (controle) pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos estão dentro da faixa nutricional adequada ($0,15\text{-}0,4 \text{ dag dm}^{-3}$), segundo propõe Werner et al. (1996). Corroboram-se com Queiroz et al. (2004), que ao avaliarem a extração de magnésio em rampas de escoamento superficial para tratamento, observaram maior extração pelo capim *Brachiaria*, em ambos os tratamentos com água residuária de suinocultura, em seguida para o capim Tifton 85.

Contudo, os resultados de magnésio interagem com os de cálcio, demonstrando a relação Ca^{+2}/Mg^{+2} na absorção das forrageiras. Como o Tifton obteve maior teor de cálcio na parte aérea, o teor de magnésio na parte aérea deste foi reduzido. Segundo Ayers e Westcot (1999), a explicação é pelo fato de ambos os nutrientes serem bivalentes e na maior disponibilidade de um, o outro é reduzido. Porque o excesso de Magnésio-trocável no solo pode induzir à deficiência de Cálcio.

Erthal et al. (2010) encontraram no último corte valores superiores a sua testemunha, para o capim Tifton 85, contradizendo com os resultados deste trabalho, uma vez que não houve diferença dos tratamentos e testemunha. Ainda, segundo os autores, ao avaliarem a aveia - preta observaram que todas as dosagens foram superiores à testemunha na aplicação com efluente de bovinocultura no primeiro corte. Porque o efluente apresentava boa quantidade desse nutriente.

4.2.8. Manganês

O Tifton 85 apresentou maior teor na parte aérea de manganês em relação à *Brachiaria* na adubação mineral, quando aplicadas as diferentes doses de esgoto doméstico tratado (Figura 10). No entanto, a adubação mineral, em ambas as forrageiras, não diferiu da aplicação das diferentes doses de esgoto doméstico (Tabela 10).

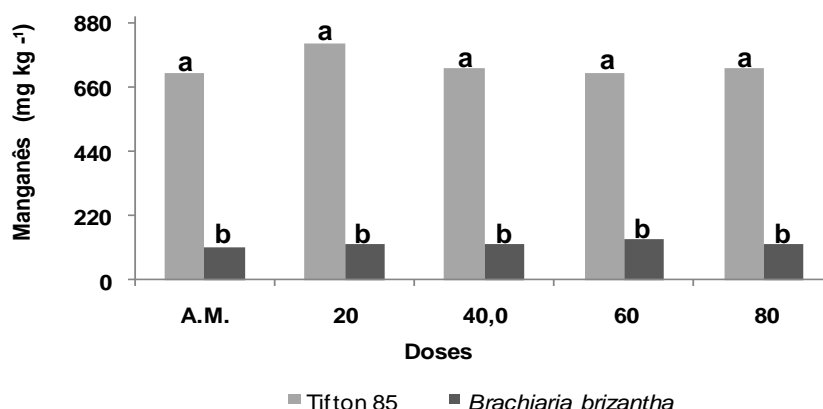


Figura 10. Teor de manganês ($mg\ kg^{-1}$) na parte aérea em função das forrageiras (*Brachiaria* e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico). Valores seguidos pela mesma letra na coluna não difere estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 10. Teor de Manganês (mg kg^{-1}) na parte aérea da *Brachiaria* e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico

Forrageiras	Adubação Mineral 40 kg/ha	Dose de nitrogênio aplicado por meio do esgoto doméstico tratado com base na recomendação para as forrageiras (kg/ha)			
		20	40	60	80
Tifton 85	707,54	709,39 ^{ns}	725,49 ^{ns}	706,07 ^{ns}	724,11 ^{ns}
<i>Brachiaria</i>	111,64	119,73 ^{ns}	124,3 ^{ns}	139,89 ^{ns}	120,53 ^{ns}

Valores com ns não diferem estatisticamente da adubação mineral (controle) pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade.

Com os valores obtidos, percebe-se que o teor de manganês na parte aérea do capim Tifton está acima do recomendado (20-300 mg/kg), diferindo do resultado para *Brachiaria*, que se encontra na faixa adequada para a nutrição da planta (40-250mg/kg), conforme Werner et al. (1996).

Esses resultados indicam a disponibilidade do nutriente tanto no solo quanto no efluente, como pode ser visto nas Tabelas 2 e 3. Isso possibilita a relação direta entre o teor de magnésio solúvel no solo e a concentração foliar, pois o capim Tifton 85 é bom extrator, obtendo maior teor desse nutriente.

Rusan; Hinnawi e Rousan (2007), ao avaliar o efeito a longo prazo de águas residuais em culturas forrageiras, verificaram que o magnésio reduziu no teor de biomassa das plantas, nos dois últimos anos (5-10 anos), enquanto que nos dois primeiros anos esse elemento manteve-se elevado. Contando que este trabalho foi realizado em curto prazo, a alteração no pH do solo possa ter induzido o teor elevado nas plantas, principalmente no Tifton 85 que é grande extrator.

4.2.9. Cobre

Observa-se na Figura 11, a superioridade na parte aérea do capim Tifton 85 no teor de cobre, em todos os tratamentos aplicados, e por sua vez, a aplicação de esgoto doméstico proporcionou maior teor de cobre na parte aérea de ambas forrageiras, o que sugere relação com a concentração desse elemento no efluente (Tabela 11).

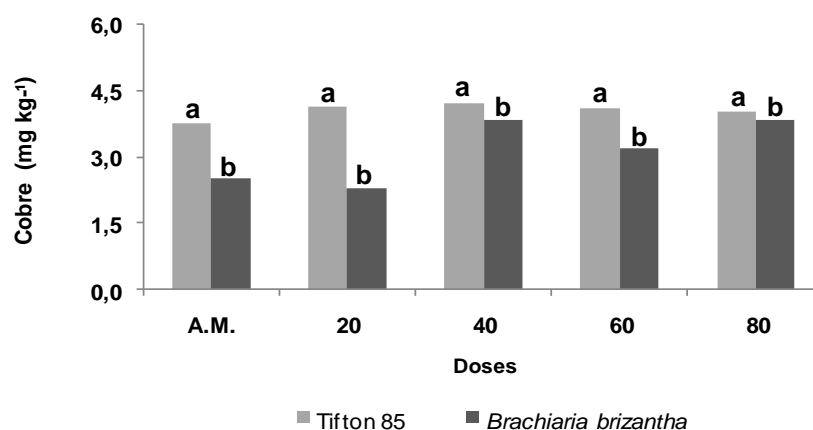


Figura 11. Teor de cobre (mg kg^{-1}) na parte aérea em função das forrageiras (*Brachiaria* e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico). Valores seguidos pela mesma letra na coluna não difere estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 11. Teor de Cobre (mg kg^{-1}) na parte aérea da *Brachiaria* e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico

Forrageiras	Adubação Mineral 40 kg/ha	Dose de nitrogênio aplicado por meio do esgoto doméstico tratado com base na recomendação para as forrageiras (kg/ha)			
		20	40	60	80
Tifton 85	3,75	4,12*	4,21*	4,09*	4,01*
<i>Brachiaria</i>	2,22	3,27 *	3,83*	3,19*	3,84*

Valores com asteriscos diferem estatisticamente da adubação mineral (controle) pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade,

O capim Tifton mostrou-se mais eficiente na absorção ou na utilização de cobre, de forma que essa espécie apresentou maior teor foliar desse nutriente do que a *Brachiaria*. Segundo Werner et al. (1996), os valores obtidos estão dentro da faixa nutricional para Tifton (4-20mg/kg) e um pouco abaixo para *Brachiaria* (4-12 mg/kg).

Isso evidencia a capacidade de extração das forrageiras em estudo, uma vez que Queiroz et al. (2004) observaram que todas as gramíneas forrageiras, submetidas à aplicação de efluente de suinocultura, alcançaram extrações de cobre significativamente maiores do que as que receberam água. Indicando que tanto o capim Tifton 85 quanto a *Brachiaria* são boas extratoras, pois esse elemento não é prontamente móvel na planta e é dependente de sua concentração (LONERAGAN, 1975).

Entretanto, Erthal et al. (2010), para aveia-preta fertirrigadas com efluente de bovinocultura, verificaram a concentração de cobre no tecido vegetal do tratamento correspondente à maior taxa de aplicação, não é superior à da testemunha, conforme os resultados para o capim Tifton 85. Infere-se que, as características de efluente de bovinocultura são menos variáveis, quando comparadas ao efluente doméstico.

4.3.0 Boro

A *Brachiaria* acumulou maior teor de boro na parte aérea em relação ao Tifton 85 em todos os tratamentos (Figura 12).

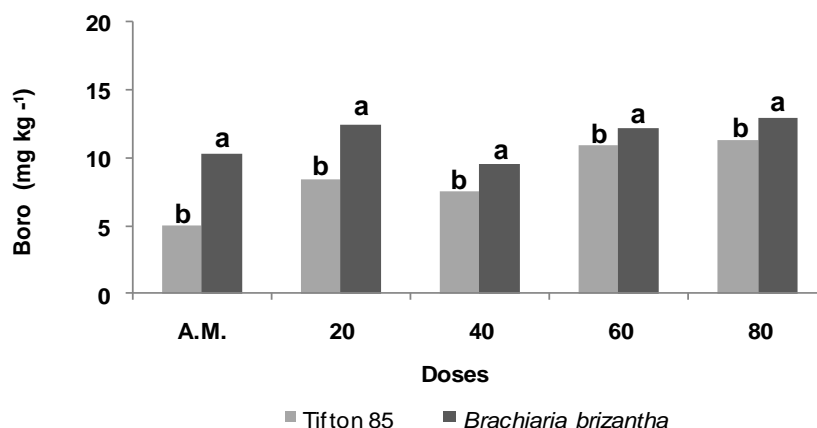


Figura 12. Teor de Boro (mg kg^{-1}) na parte aérea em função das forrageiras (*Brachiaria* e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico). Valores seguidos pela mesma letra na coluna não difere estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Da mesma maneira, assim como ocorreu para o teor de cobre na parte aérea, a aplicação do esgoto doméstico, em relação à adubação mineral, proporcionou aumento no teor de boro nos tecidos foliares das duas forrageiras (Tabela 12). Como a concentração desse nutriente estava alta no efluente (Tabela 3), e sua absorção é passiva, isso explica o alto teor foliar encontrado nas forrageiras.

Tabela 12. Teor de Boro (mg kg^{-1}) na parte aérea da *Brachiaria* e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico

Forrageiras	Adubação Mineral 40 kg/ha	Dose de nitrogênio aplicado por meio do esgoto doméstico tratado com base na recomendação para as forrageiras (kg/ha)			
		20	40	60	80
Tifton 85	4,95	8,44*	7,53 *	10,94 *	11,33*
<i>Brachiaria</i>	10,22	12,38 *	12,47 *	12,15 *	12,88 *

Valores com asteriscos diferem estatisticamente da adubação mineral (controle) pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade.

Os teores de boro na parte aérea apresentaram-se, em geral, dentro da faixa nutricional proposta por Werner et al. (1996), considerada como adequada tanto para Tifton (5-30 mg kg), quanto para *Brachiaria* (10-25 mg kg).

Alterações nas concentrações de boro não foram observadas em estudo de curto prazo no solo (FONSECA, 2001), mas nota-se o aumento na disponibilidade desse nutriente em experimento a longo prazo, como relatado por El-Nennah et al. (1982). Isso indica que o aumento da disponibilidade de boro no solo implica em maior absorção foliar pelas plantas, conforme evidenciado por Fonseca (2005), em sistemas de solo-pastagem, onde verificou a relação de significância, nas maiores doses aplicadas de esgoto doméstico, com o maior acúmulo foliar nas plantas.

Esses resultados indicam que a concentração desse elemento no esgoto doméstico tratado utilizado no experimento pode acarretar problemas de toxicidade, pois o Boro no efluente estava com restrições ao uso. Logo, é necessário planejamento do uso do efluente doméstico durante a fertirrigação, bem como avaliar o tipo de planta que está sendo cultivada.

4.3.1 Sódio

O teor de sódio na parte aérea foi superior no Tifton 85 em relação à *Brachiaria* em todos os tratamentos aplicados (Figura 13). A adubação mineral não diferiu das diferentes doses de esgoto doméstico tratado aplicado nas duas forrageiras (Tabela 13).

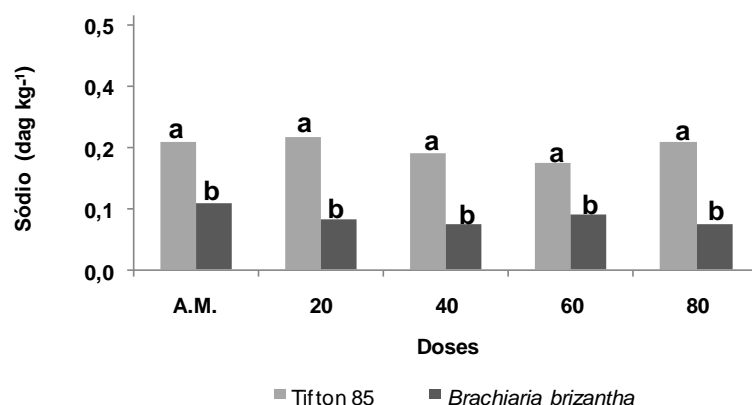


Figura 13. Teor de sódio (mg kg^{-1}) na parte aérea em função das forrageiras (*Brachiaria* e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico). Valores seguidos pela mesma letra na coluna não difere estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 13. Teor de Sódio (mg kg^{-1}) parte aérea da *Brachiaria* e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico

Forrageiras	Adubação Mineral 40 kg/ha	Dose de nitrogênio aplicado por meio do esgoto doméstico tratado com base na recomendação para as forrageiras (kg/ha)			
		20	40	60	80
Tifton 85	0,25	0,26 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,25 ^{ns}
<i>Brachiaria</i>	0,13	0,10 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,09 ^{ns}

Valores com ns não diferem estatisticamente da adubação mineral (controle) pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade.

Vale ressaltar que os valores obtidos para sódio, segundo Korndorfer (2006), estão dentro na faixa limitante para as plantas ($0,0013$ a $3,51 \text{ dag kg}^{-1}$), sendo considerado benéfico para algumas plantas C4, pois elas são tolerantes ao sódio, desenvolvendo estratégias fisiológicas para reduzir a absorção desse íon.

Os valores encontrados foram semelhantes aos de Erthal et al. (2010), em capim Tifton 85 e aveia - preta fertirrigados com efluente de bovinocultura. Os autores confirmaram a tolerância das duas forrageiras quanto aos efeitos do sódio, assim como obtivemos neste trabalho. Matos et al. (2010) verificaram que essa maior capacidade de extração de sódio pelo capim tifton 85 pode ser considerada grande virtude do capim, quando se refere ao cultivo em Sistemas alagados construídos com tratamento de efluente de laticínios, já que esse nutriente é de difícil remoção em sistemas de tratamento de águas residuárias (ABOU-ELELA; KAMEL; FAWZY, 2010).

4.3.2 Proteína Bruta

Observa-se na Figura 14, o valor de proteína bruta na parte aérea do Tifton 85, sendo superior em relação à *Brachiaria* em todas as doses aplicadas.

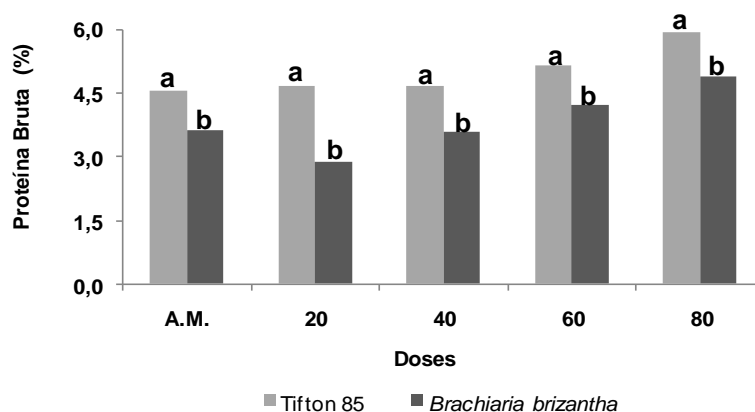


Figura 14. Teor de proteína bruta (%) na parte aérea em função das forrageiras (*Brachiaria* e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico). Valores seguidos pela mesma letra na coluna não difere estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Outro aspecto está relacionado às doses de esgoto doméstico tratado, acima de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio para as forrageiras, onde os valores de proteína bruta foram maiores aos da adubação mineral. Na *Brachiaria*, a dose correspondente à metade da exigência (20 kg ha⁻¹) possibilitou menor valor de proteína bruta (Tabela 14). Esse resultado é explicado por meio do baixo valor de nitrogênio na parte aérea e, principalmente, porque apresentou nessa dosagem menor valor, pois a porcentagem de proteína é obtida indiretamente pelo resultado encontrado de nitrogênio.

Tabela 14. Teor de proteína bruta (%) na parte aérea da *Brachiaria* e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico

Forrageiras	Adubação Mineral 40 kg/ha	Dose de nitrogênio aplicado por meio do esgoto doméstico tratado com base na recomendação para as forrageiras (kg/ha)			
		20	40	60	80
Tifton 85	4,55	4,66 ^{ns}	4,66 ^{ns}	5,14*	5,92*
<i>Brachiaria</i>	3,61	2,89*	3,57 ^{ns}	4,20*	4,90*

asteriscos e ns diferem e não diferem estatisticamente da adubação mineral (controle) pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade.

Os valores obtidos por Souza et al. (2009) no Tifton 85 apresentaram diferença significativa em relação à testemunha no teor de proteína bruta, assim como Medeiros et al. (2007), trabalhando com *Brachiaria* com irrigação de dejetos, sendo semelhante aos resultados deste trabalho.

Para complementar, Erthal et al. (2010) verificaram conteúdos de proteína bruta, nas maiores taxa de aplicação de efluente de bovinocultura, sempre superiores à testemunha, para o capim Tifton 85 e aveia-preta. Fia et al. (2010), ao avaliar algumas forrageiras em sistemas alagados construídos sob diferentes cargas orgânicas, provenientes da água residuária de processamento dos frutos do cafeeiro, também obtiveram maiores valores em relação ao controle.

Queiroz et al. (2004) avaliaram o comportamento de quatro gramíneas forrageiras (Quicuí da Amazônia, Braquiária, Tifton 85 e Coastcross) em rampas de tratamento com água residuária de suinocultura, alcançaram conteúdos de proteína bruta em todas as gramíneas, superiores quando receberam água residuária de suinocultura em relação à água da rede de abastecimento.

Teores de proteína bruta inferiores a 7% são considerados limitantes para a atividade dos microrganismos do rúmen, implicando condições desfavoráveis para o ambiente ruminal, além de comprometerem os limites mínimos para a manutenção do crescimento microbiano e a utilização dos compostos fibrosos da forragem (SAMPAIO et al., 2009).

Diante disso, os resultados obtidos neste trabalho estão inferiores à concentração de proteína bruta (7%), pois a média foi 4,6%. Esses valores têm relação com o baixo teor de nitrogênio obtido, uma vez que a senescência das forrageiras contribuíram para o baixo teor de proteína bruta, associado possivelmente ao elevado teor de fibra, em decorrência do processo de espessamento da parede celular e da lignificação de seus tecidos, à medida que se tornam mais maduras.

4.3.3 Rendimento de massa natural da parte aérea

Analisando o acúmulo de massa natural, observa-se que a *Brachiaria* (Figura 15) produziu maior massa natural em todos os níveis aplicados, demonstrando assim melhor rendimento dessa forrageira, principalmente na maior dosagem.

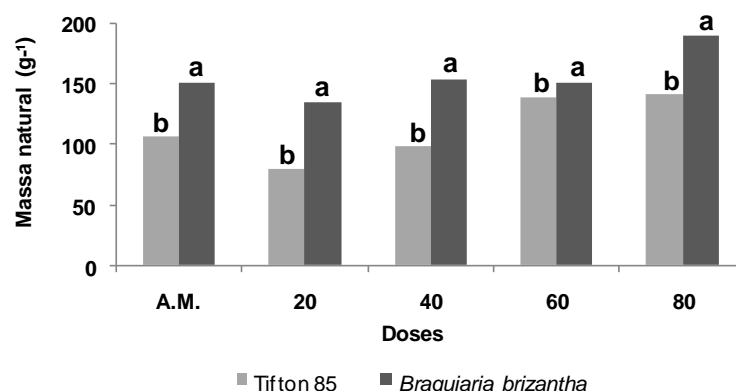


Figura 15. Teor de massa natural (g^{-1}) na parte aérea em função das forrageiras (*Brachiaria* e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico). Valores seguidos pela mesma letra na coluna não difere estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 15, diferente da proteína bruta, a massa natural das duas forrageiras foi estatisticamente igual à adubação mineral, quando aplicado a dose de esgoto doméstico tratado correspondente a 60 kg ha^{-1} de nitrogênio, sendo igual também para 40 kg ha^{-1} de nitrogênio. Porém, a dose correspondente à metade (20 kg ha^{-1}) e ao dobro (80 kg ha^{-1}) diferiram da adubação controle, onde o menor teor foi na menor dose e conseqüentemente o maior teor de massa natural na maior dose aplicada de efluente, semelhante aos resultados obtidos para proteína bruta.

Tabela 15. Rendimento de massa natural na parte aérea (g^{-1}) em *Brachiaria* e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico

Forrageiras	Adubação Mineral 40 kg/ha	Dose de nitrogênio aplicado por meio do esgoto doméstico tratado com base na recomendação para as forrageiras (kg/ha)			
		20	40	60	80
Tifton 85	107,18	80,13*	98,41 ^{ns}	139,31 ^{ns}	141,32*
<i>Brachiaria</i>	150,18	134,72 *	153,46 ^{ns}	151,03 ^{ns}	189,29*

asteriscos e ns diferem e não diferem estatisticamente da adubação mineral (controle) pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade.

O ganho em massa natural nas forrageiras em função da aplicação do esgoto doméstico tratado está relacionado à sua equivalência à adubação mineral, implicando em desenvolvimento. A dose 20 kg ha^{-1} indicou diferença da testemunha, pois como recebeu menor quantidade de nitrogênio via fertirrigação, o teor na parte

aérea foi reduzido. Esse resultado era esperado, já que a adubação nessa dose foi metade da adubação mineral necessária à cultura.

Em geral, Rusan; Hinnawi e Rousan (2007) verificaram em forrageiras, que a aplicação de efluente a longo prazo possibilitou o aumento da massa fresca quando comparado ao controle irrigado com água.

Entretanto, Fia et al. (2010) obtiveram valor considerável de massa fresca apenas na menor taxa de aplicação de água residuária de café, para aveia forrageira, uma vez que nas maiores taxas os altos níveis de condutividade impossibilitaram maiores ganhos de massa fresca. Diferente deste trabalho, uma vez que os maiores valores de massa fresca foram relacionados às maiores aplicações de efluente, sugerindo a importância de avaliar o tipo de efluente que está sendo aplicado.

4.3.4 Rendimento de massa seca da parte aérea

Quanto maior a dosagem, melhor os rendimentos obtidos das forrageiras, com a superioridade de desenvolvimento da *Brachiaria* em relação ao capim tifton 85 (Figura 16).

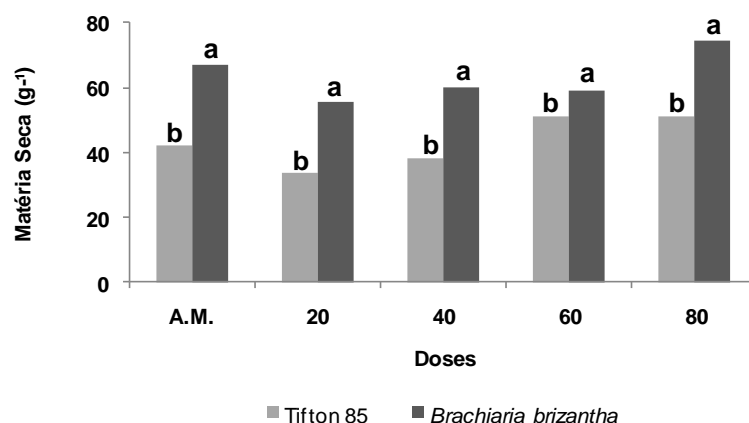


Figura 16. Teor de massa seca (g^{-1}) na parte aérea em função das forrageiras (*Brachiaria* e Tifton 85) para cada dose de esgoto (adubação mineral e das doses de esgoto doméstico). Valores seguidos pela mesma letra na coluna não difere estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Assim como ocorreu para a massa natural, a *Brachiaria* apresentou maior valor de massa seca em relação ao Tifton 85 em todas as doses de efluente aplicadas. Por outro lado, na Tabela 16, nota-se que a aplicação da dose de esgoto doméstico,

correspondente à fertilização nitrogenada para as forrageiras, foi estatisticamente diferente à adubação mineral, exceto para a dose 40 kg ha⁻¹.

Tabela 16. Rendimento de massa seca (g⁻¹) na parte aérea em *Brachiaria* e Tifton 85 em função da adubação mineral e das doses de esgoto doméstico

Forrageiras	Adubação Mineral 40 kg/ha	Dose de nitrogênio aplicado por meio do esgoto doméstico tratado com base na recomendação para as forrageiras (kg/ha)			
		20	40	60	80
Tifton 85	42,33	33,47*	38,37 ^{ns}	51,04*	50,87*
Braquiaria	66,81	55,54*	60,13 ^{ns}	58,93*	74,64*

asteriscos e ns diferem e não diferem estatisticamente da adubação mineral (controle) pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade.

No entanto, demonstra-se que as doses correspondentes a 60 kg ha⁻¹ e 80 kg ha⁻¹ proporcionou maior acúmulo de massa seca para duas forrageiras, enquanto que a dose equivalente à metade (20 kg ha⁻¹) da recomendação de nitrogênio atingiu um valor reduzido quando comparado à adubação mineral (controle).

Diante dos atributos agrônômicos, o capim *Brachiaria* apresentou maior desenvolvimento de matéria seca em relação ao capim Tifton 85, embora se observe menor absorção de nutrientes pela planta. Isso porque, a *Brachiaria* é mais robusta, com maiores perfilhamentos que o capim Tifton 85 e sendo mais bem adaptada a situações adversas (COSTA et al., 2005). Os maiores valores de peso seco foram nas altas aplicações, corroborando com a alta absorção de nutrientes reportados durante o trabalho.

Podemos relacionar a diferença entre as forrageiras, quando consideramos a Tifton como uma forrageira de alta exigência nutricional, desenvolvida para alimentação animal via fenação e com alta capacidade de cobertura. Já a *Brachiaria* é de grande adaptação e resistência, conseguindo ter bons rendimentos mesmo com baixa disponibilidade nutricional (BURTON; GATES; HILL, 1993; COSTA et al., 2005).

Silva Neto et al. (2010) verificaram incremento em produção de massa seca em *Brachiaria* com a utilização de doses crescentes de efluente de frigorífico, segundo os autores, esse incremento foi ocasionado pela maior disponibilidade de nutrientes mineralizados, oriundos do efluente. Resultados semelhantes foram observados por Drumond et al. (2006), em pastagem do capim tifton sobre diferente doses de dejetos

líquido de suíno, onde nas maiores aplicações obtiveram ganho duas vezes maior do que o controle.

Já Menezes et al. (2009) encontraram para o Tifton 85 adubado com uma taxa de água residuária de suinocultura, produção de massa seca 32,6% superior à testemunha (sem adubação), demonstrando o efeito positivo dos dejetos no crescimento e produtividade da planta.

Segundo Souza et al. (2009), que trabalhou com capim Tifton 85, a concentração de massa seca na planta é determinante para obtenção de potencial energético e ganho de peso do animal, como isso, pode-se afirmar que qualquer lâmina de esgoto aplicada no capim Tifton 85 apresentará uma concentração de massa seca e um índice de produtividade equivalente à água aplicada com adubação. Esses autores sugerem utilizar a menor lâmina equivalente à testemunha, uma vez que representa menor gasto de energia, de água e menor impacto no solo, ou seja, é suficiente para a fertirrigação.

Tais afirmações corroboram com o resultado deste trabalho, assim como Bezerra et al. (2005), que ao utilizar efluente doméstico e biossólidos na cultura do algodão colorido, obtiveram diferenças significativas na altura, diâmetro caulinar e aérea foliar da planta, representando a massa seca. Eles explicaram esse efeito pelas elevadas doses de Nitrogênio e alto teor de matéria orgânica, presentes tanto no esgoto tratado quanto no fertilizante (lodo de esgoto).

5.0 CONCLUSÃO

Nas condições de execução do experimento, constatou-se que a fertirrigação com esgoto doméstico tratado, foi semelhante para a maioria dos nutrientes analisados, uma vez que as doses de esgoto aplicadas referentes a 20 kg ha⁻¹, 40 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹ e 80 kg ha⁻¹ não apresentaram diferença da adubação mineral controle, com exceção para o Boro e Cobre, pois a fertirrigação foi superior à adubação mineral em todas as dosagens para esses nutrientes.

Evidencia-se o fato de o capim Tifton 85 ter elevada exigência nutricional, embora os maiores valores de massa natural e massa seca sejam para *Brachiaria brizantha*. Isso reflete o esperado, pois a *Brachiaria* apresenta características morfológicas diferentes do capim Tifton 85. Os maiores valores de massa seca foram nas maiores

dosagens, entretanto vale ressaltar que a dosagem de 40 kg ha⁻¹ foi equivalente à adubação mineral.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOU-ELELA, S.I.; KAMEL, M.M.; FAWZY, M.E. Biological treatment of saline wastewater using a salt-tolerant microorganism. **Desalination**, v.250, n.1, p.1-5, 2010.

ADELI, A.; ROWE, D.E.; REAF, J.J. Effects of soil type on bermudagrass response to broiler litter application. **Agronomy Journal**, v.98, p.148-155, 2006.

ALBUQUERQUE FILHO, G.C. **Piscicultura Continental. Belo Horizonte**: Veja, 1977. 138p.

ALENCAR, C.A.B. DE; CUNHA, F.F. DA; MARTINS, C.E. , CÓSER, A.C., ROCHA, W.S.D.DA, ARAÚJO R.A.S. Irrigação de pastagem:atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.38, n.spe, p. 98-108. 2009.

AL-LAHHAM, O.; EL-ASSI, N.M.; FAYYAD, M. Impact of treated wastewater irrigation on quality attributes and contamination of tomato fruit. **Agricultural Water Management**, v. 61, p. 51-62, 2003.

AL-NAKSHABANDI, G.A.; SAQQAR, M.M.; SHATANAWI, M.R.; FAYYAD, M.AL-HORANI, H. Some environmental problems associated with the use of treated wastewater for irrigation in Jordan. **Agricultural Water Management**, v.34, p.81- 94, 1997.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for examination of water and wastewater. Washington: **American Water Works Association**, 21th ed. 1.368 p. 2005.

AUGUSTO, D.C.C.; GUERRINI, I.A.; ENGEL, V.L. ROUSSEAU, G.X. Utilização de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de

mudas de croton floribundus spreng. (capixingui) e copaifera langsdorffii desf. (copaíba). **Revista árvore**, Viçosa- MG, v.27, n.3, p. 335-342, 2003.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. 2ª ed. Campina Grande: UFPB. 1999, 153p. Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado.

AZEVEDO, M.R.Q.A.; KÖNIG, A.; BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, C.A.V.; TAVARES, TATIANA DE L.; SOARES, F.A.L. Efeito da irrigação com água residuária tratada sobre a produção de milho forrageiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 02, n. 01, p. 63-68, 2007.

BARCELLOS, A. DE O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, no.spe, 2008.

BARNABÉ, M.C.; ROSA, B.; LOPES, E.L.; ROCHA, G. P.; FREITAS, K.R.S.; PINHEIRO, E.P. Produção e composição bromatológica da Brachiaria brizantha cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 435-446, jul./set. 2007.

BAUMGARTNER, D.; SAMPAIO, S.C.; SILVA, T.R.; TEO, C.R.P.A.; VILAS BOAS, M.A. Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 01, p. 152-163, 2007.

BERTONCINI, E.I. Tratamento de efluentes e reúso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, p. 152-169, 2008.

BEZERRA, L.J.D.; LIMA, V.L.A.; ANDRADE, A.R.S. DE; ALVES, V.W.; AZEVEDO, C.A.V. DE; GUERRA, H.O.C. Análise de crescimento do algodão colorido sob os efeitos da aplicação de água residuária e biossólidos. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**. p.333-338, 2005.

BOND, W.J. Effluent irrigation – an environmental challenge for soil science. **Australian Journal of Soil Research**, v.36, p.543-555, 1998.

BORSOI, Z.; CAMISÃO, M.L; LANARI, N.; TORRES, S.; GOMES, S.M. Tratamento de Esgoto: Tecnologias Acessíveis. **Informe Infra-Estrutura (ÁREA DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA)**, novembro, nº 16, 1997.

BOUWER, H.; IDELOVITCH, E. Quality requirements for irrigation with sewage water. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.113, p.516-535, 1987.

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

BURTON, G.W. The adaptability and breeding of suitable grasses for the southeastern states. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 3, p. 197-240, 1951.

BURTON, G.W.; GATES, R.N.; HILL, G.M. Registration of “Tifton 85” bermudagrass. **Crop Science**, v. 33, p. 644-645, 1993.

BURTON, G.W.; HANNA, W.W. **Bermudagrass**. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. Forages. Iowa State: University Press, 1995. p. 421-430.

CAMERON, K.C.; DI, H.J.; McLAREN, R.G. Is soil an appropriate dumping ground for our wastes. **Australian Journal of Soil Research**, v.35, p.995-1035, 1997.

CHANG, A.C.; PAN, G.; PAGE, A.L.; ASANO, T. Developing human health-related chemical guidelines for reclaimed water and sewage sludge applications in agriculture. Geneva: **World Health Organization**, 2002. 94p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução Nº 375 de 29/08/2006, Brasília, 2006.

CORAUCCI FILHO, B.; FIGUEIREDO, R.F. - Tratamento de Efluentes de Laticínios no Solo pelo Método do Escoamento Superficial. **XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Viçosa - MG, v. 108, n. 7, p.12, 1995.

CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B. DE; BERNARDES, R.S. Deposição de esgoto doméstico para controle de poluição e revegetação induzida em área degradada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.4, n.2, p.252-256, 2000.

COSTA, K.A.P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I.P.DE; CUSTÓDIO, D.P.; SILVA, D.C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

DRUMOND, L.C.D.; ZANINI, J.R.; AGUIAR, A.P.A.; RODRIGUES, G.P.; FERNANDES, A.L.T. Produção de matéria seca em pastagem de tifton 85 irrigada, com diferentes doses de dejetos líquidos de suíno. **Revista de Engenharia Agrícola**. v.26, n.2, p.426-433, 2006.

EL-NENNAH, M.; EL-KOBBIA, T.; SHEHATA, A.; EL-GAMAL, I. Effect of irrigation loamy sand soil by sewage effluents on its content of some nutrients and heavy metals. **Plant and Soil**, v.65, p.289-292, 1982.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 627p. 2009.

ERTHAL, V.J.T.; FERREIRA, P.A.; PEREIRA, O.G.; MATOS, A.T. Características fisiológicas, nutricionais e rendimento de forrageiras fertirrigadas com água

residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.458–466, 2010.

FEIGIN, A.; BIELORAI, H.; DAG, Y.; KIPNIS, T.; GISKIN, M. The nitrogen factor in the management of effluent- irrigated soils. **Soil Science**, v.125, p.248-254, 1978.

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

FERNANDES, C.; ARAÚJO, J.A.C.; CORÁ, J.E. Impacto de quatro substratos e parcelamento da fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 559-563, 2002.

FERREIRA, O.E.; BELTRÃO, N.E.M.; KÖNIG, A. Efeitos da aplicação de água residuária e nitrogênio sobre o crescimento e produção do algodão herbáceo. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 9, n. 01-03, p. 893-902, 2005.

FIA, R.; MATOS, A.T.; FIA, F.R.L.; MATOS, M.P.; LAMBERT, T.F.; NASCIMENTO, F.S. Desempenho de forrageiras em sistemas alagados de tratamento de águas residuárias do processamento do café. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.8, p.842–847, 2010.

FIDELES FILHO, J.; NÓBREGA, J.Q.; SOUSA, J.T.; DANTAS, J.P. Comparação dos efeitos de água residuária e de poço no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 328-332, 2005.

FONSECA, F. A. **Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado**. 126 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP. 2001.

FONSECA, A.F.; HERPIN, U.; PAULA, A.M.; VICTORIA, R.L.; MELFI, A.J. Agricultural Use of Treated Sewage Effluents: Agronomical-Environmental Implications and Perspectives for Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.64, 2007.

FONSECA, S.P.P; SOARES, A.A.; MATOS, A.T.; PEREIRA, O.G. Avaliação do valor nutritivo e contaminação fecal do capim coastcross cultivado nas faixas de tratamento de esgoto doméstico pelo método do escoamento superficial. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 21, n. 3, p. 293-301, 2001.

FONSECA, A. F. **Viabilidade agrônomo-ambiental da disposição de efluente tratado em um sistema solo-pastagem**. 191p. Dissertação (Doutorado) Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP.2005.

FRIEDEL, J.K.; LANGER, T.; SIEBE, C.; STAHR, K. Effects of long-term waste water irrigation on soil organic matter, soil microbial biomass and its activities in central Mexico. **Biology and Fertility Soils**, v.31, p.414-421, 2000.

GALVANI, F.; GAERTNER, E. **Adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta**. EMBRAPA - Circular Técnica 63, Corumbá, MS: Maio, 2006.

GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; CARVALHO, D.D.; SCHAMMASS, E.A. Avaliação de características agrônomicas e morfológicas das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia aos 35 dias de crescimento nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 29, n. 4, p. 947– 954, 2000.

HESPANHOL, I. Saúde Pública e reúso agrícola de esgotos e biossólidos. In MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. **Reúso de água**. São Paulo: Manole, 2003. cap. 4, p. 97-123.

HILL, G.M., GATES, R.N., BURTON, G.W. Forage quality and grazing steer performance from Tifton 85 and Tifton 78 bermudagrass pastures. **J. Anim. Sci., Champaign**, v. 71, n.12, p.3219-25, 1993.

KONZEN, E. A. **Alternativas de Manejo, Tratamento e Utilização de Dejetos Animais em Sistemas Integrados de Produção**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 32 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 5). 2000.

KONZEN, E.A. Aproveitamento do adubo líquido da suinocultura na produção agropecuária. In: **Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem**, 12., 2002, Uberlândia. Anais... Uberlândia: ABID, 2002. 4p.

KORNDÖRFER, G.H. **Elementos benéficos**. In: Nutrição Mineral de Plantas. FERNANDES, M.S. (Ed.) Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2006. p. 355-374.

LONDE, L. de R.; PATERNIANI, J.E. S. Filtração lenta para reutilização de água em irrigação. **Irriga (UNESP Botucatu)**, v. 08, n. 01, p. 10-20, 2003.

LONERAGAN, J.F. The availability and absorption of trace elements in soil-plant systems and their relation to movement and concentration of trace elements in plants. In: NICHOLAS, D. J. D.; EGAN, A. R. (ed.). Trace elements in soil-plant-animal systems. London: **Academic Press**, 1975. p. 109-134.

MATOS, A.T.; ABRAHÃO, S.S.; PAOLA A.V. Lo M.; SARMENTO, A.P.; MATOS, M.P.; de Capacidade extratora de plantas em sistemas alagados utilizados no tratamento de águas residuárias de laticínios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.12, p.1311–1317, 2010.

MATOS, A.T; PINTO, A.B.; PEREIRA,O.G.; SOARES, A.A.; MONACO, P.A.Lo. Produtividade de forrageiras utilizadas em rampas de tratamento de águas residuárias da lavagem e despulpa dos frutos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.7, n.1, p.154-158, 2003.

MEDEIROS, LT.; REZENDE, A.V.; VIEIRA, P.F. ; CUNHA NETO, F.R. ; VALERIANO, A.R. ; CASALI, A.O. ; GASTALDELLO JUNIOR, A.L. Produção e Qualidade da Forragem de Capim-Marandu Fertirrigada com Dejetos Líquidos de Suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 309-318, 2007.

MEDEIROS, S. de S.; SOARES, A. A.; FERREIRA, P. A.; NEVES, J. C. L. e SOUZA, J. A. de. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: Estudo do estado nutricional do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.12, n.2, p.109–115, 2008.

MENEZES, J.F.S.; FREITAS, K.R.; CARMO, M.L. et al. Produtividade de massa seca de forrageiras adubadas com cama de frango e dejetos líquidos de suínos. In.: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS, 1., 2009. Florianópolis. Anais... Florianópolis: SIGERA, 2009. p. 322-327.

METCALF & EDDY. **Wastewater engineering: treatment and reuse**. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2003.

MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. **Brachiaria: biology, agronomy and improvement**. Cali: EMBRAPA. 1996. 288p.

MIRANDA, F.R. de, CAVALCANTE, R.R.R., RIBEIRO, E.M., LIMA, R.N. Uso de efluentes da carcinicultura na irrigação de *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 46-52, 2010.

MOHAMMAD, M.J.; AYADI, M. Forage yield and nutrient uptake as influenced by secondary treated wastewater. **Journal of Plant Nutrition**, v.27, p.351-364, 2004.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; FILHO, D.C.A.; MACCARI, M. ;SOUZA, A.N.M. de; 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 de Agrociência**, v.11, n. 2, p. 215-220, 2005.

NUNES, S.G., BOOCK, A., PENTEADO, M.I.O., GOMES, D.T. **Brachiaria brizantha** cv. **Marandu**. Campo Grande: EMBRAPA –CNPGC, 1985. 31 P. (Documentos, 21).

OLIVEIRA, P.P.A.; CORSI, M. **Recuperação de pastagens degradadas para sistemas intensivos de produção de bovinos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 38).

ORLANDO FILHO, J.O.; BITTENCOURT, V.C.; CARMELLO, Q.A.C.; BEAUCLAIR, E.G.F. Relações K, Ca e Mg de solo areia quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.14, n.5, p.13-17, 1996.

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

PREZOTTI, L.C. et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo 5ª aproximação**. Vitória, ES: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

QUEIROZ, F.M., MATOS, A.T. de; PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, R.A. de. Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Revista Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1487-1492, 2004.

QUEIROZ, F.M.; MATOS, A.T.; PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, R.A. DE; LEMOS, A. F. Características químicas do solo e absorção de nutrientes por gramíneas em rampas de tratamento de águas residuárias da suinocultura. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.12, n.2, 77-90, 2004.

REGO, J.L.; OLIVEIRA, E.L.L.; CHAVES, A.F.; ARAÚJO, A.P.B.; BEZERRA, F.M.L.; SANTOS, A.B.; MOTA, S. Uso de esgoto doméstico tratado na irrigação da cultura da melancia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 155-159, 2005.

REZENDE, A.A.P. **Fertirrigação do Eucalipto com Efluente Tratado de Fábrica de Celulose Kraft Branqueada**.152p, 2003. (Tese de Doutorado).

REZENDE, C. DE P.; PEREIRA, J.M.; PINTO, J.C.; BORGES, A.M.F.; MUNIZ, J.A.; ANDRADE, I.F.DE, EVANGELISTA, A.R. Estrutura do pasto disponível e do resíduo pós-pastejo em pastagens de capim-cameron e capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**., v.37, n.10, p.1742-1749, 2008.

RUSAN, M.J.M.; HINNAWI, S.; ROUSAN, L. Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters. **Desalination** 215, p.143–152, 2007.

SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes-UFV - Viçosa, 2006.

SAMPAIO, C.B.; DETMANN, E.; LAZZARINI, I.; SOUZA, M.A.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.560-569, 2009.

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Teores de nutrientes na alfaca irrigada com águas residuárias aplicadas por sistema de irrigação. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 01, p. 45-57, 2006.

SANTOS, E.S.; FURTADO NETO, M.; MOTA, S.; SANTOS, A.B.; AQUINO, M.D. Cultivo de tilápia do Nilo em esgoto doméstico tratado, com diferentes taxas de alimentação. **Revista DAE**, v. 180, p. 4-11, 2009.

SANTOS, E.S.; MOTA, S.; SANTOS, A.B.; MONTEIRO, C.A.B.; FONTENELE, R.M. M. Avaliação da sustentabilidade ambiental do uso de esgoto doméstico tratado na piscicultura. **Revista de Engenharia Sanitária Ambiental**, v.16 n.1, p. 45-54, jan/mar, 2011.

SANTOS, K.D.; HENRIQUE, I.N.; SOUSA, J.T.; LEITE, V.D. Utilização de esgoto tratado na fertirrigação agrícola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 1/2º, 2006.

SILVA NETO, S.P.; SILVA, J.E.C.; SANTOS, A.C.; CASTRO, J.G.D., DIM, V.P.; ARAÚJO, A. dos S. Características agronômicas e nutricionais do capim-Marandu em função da aplicação de resíduo líquido de frigorífico. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. v. 32, n. 1, p. 9-17, 2010.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, S.C.; CARVALHO, P.C.F. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: D. A. McGilloway. (Org.). Grassland: a global resource. 1 ed. **Wageningen-The Netherlands: Wageningen Academic Publishers**, p. 81-95, 2005.

SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p.121-138, 2007.

SKERMAN, P.J., RIVEROS, F. **Gramíneas tropicales**. Roma: FAO, 1992. p.181-99. (Colección FAO: Producción Vegetal, 23).

SOUSA, C.C.M.; BEZERRA; F.M.L.; MOTA, S.; AQUINO, B.F. Avaliação química-bramatológica e produtiva de capim Tifton 85 (*Cynodon ssp.*) irrigação com esgoto doméstico tratado. **Revista DAE**, v. Especial, p. 26-32, 2009.

SOUZA, J.A.A. de; MEDEIROS, S. de S.; SOARES, A.A.; RAMOS, M.M.; SOUZA, J. A. Nutrição do cafeeiro sob fertirrigação com água residuária de origem urbana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 150-154, 2005.

SOUZA, J.A.R., FERREIRA, P.A., MATOS, A.T.; MOREIRA, D.A. Nutrição de tomateiro fertirrigado com água residuária da suinocultura. **Revista de Engenharia na agricultura**, v.18 n.1, jan. / fev. 2010.

STEFANUTTI, S.; MATTIAZZO, M.E.; CORAUCCI FILHO, B.; NOUR, E. A A.; FIGUEIREDO, R. F., **Comportamento de duas forrageiras sob diferentes taxas de aplicação de esgotos sanitários utilizando o método do escoamento superficial**. (Compact disc) IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28; Pelotas, 1999. Artigo científico. Pelotas, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, p.449-484. 2004.

TELLES, D. D'Alkmin; COSTA, R.H.P.G. **Reúso da água: conceitos, teorias e práticas**. São Paulo: Blucher, 2007.

TOZE, S. Reuse of effluent water –benefits and risks. **Agricultural Water Management**, v.80, p.147-159, 2006.

USEPA. **Guidelines for water reuse**. U.S. EPA, Offices of Water and Wastewater and compliance (Ed.). U.S. EPA, Washington. 2004.

VILLELA JUNIOR, L.V.E.; ARAÚJO, J.A.C.; FACTOR, T.L. Efeito da utilização do efluente de biodigestor no cultivo hidropônico do meloeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.72-79, 2003.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 3 ed. v.1 Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 452 p.

WANG, Z.; CHANG, A.C.; WU, L.; CROWLEY, D. Assessing the soil quality of long term reclaimed wastewater-irrigated cropland. **Geoderma**, v.114, p.261-278, 2003.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H., ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J. A. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M. C. ed. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Fundação IAC, 1996. p. 263-274 (IAC. Boletim Técnico, 100).

WHO- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health guidelines for use of wastewater in agriculture and aquaculture**. Geneva: WHO, 1989.

ZIMMER, A.; SILVA, M.P.; MAURO, R. **Sustentabilidade e impactos ambientais da produção animal em pastagens**. In: PEIXOTO, M. A. et al. **Inovações Tecnológicas no Manejo de Pastagens**. Piracicaba: FEALQ, cap. 2, p. 31-58. 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Resumo da análise de variância da massa natural e massa seca

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	
		MF	MS
espécie	2	22545.73*	4997.750*
dose	4	4757.304*	468.8625*
espécie*dose	4	800.8854*	117.8507*
Resíduo	32	103.4869	26.11448
Coef. de Variação (%)	-	7.5633	9.6033

ns – não significativo; * significativo a 5% de probabilidade

APÊNDICE B - Resumo da análise de variância do Nitrogênio (N), Proteína Bruta (PB), Fósforo (P) e Potássio (K)

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		N	PB	P	K
espécie	2	0.2543628*	11.36602*	0.8074344E-02*	0.5151125E-02 ^{ns}
dose	4	0.4676816E-01*	2.177785*	0.5887978E-03 ^{ns}	0.1613165*
espécie*dose	4	0.1832278E-01*	0.9735559*	0.1120146E-02*	0.1521074 *
Resíduo	32	0.6021875E-02	0.1662835	0.3998373E-03	0.2185024E-01
Coeficiente de Variação (%)	-	11.165	9.4628	15.562	14.317

ns – não significativo; * significativo a 5% de probabilidade

APÊNDICE C - Resumo da análise de variância do Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S) e Zinco (Zn)

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		Ca	Mg	S	Zn
espécie	2	1.308426*	0.4640581E-01*	0.3172654*	10188.85*
dose	4	0.2749325E-01*	0.1708201E-02 *	0.3804433E-03 ^{ns}	45.45313*
espécie*dose	4	0.1794661E-01*	0.4693807E-02*	0.2692648E-03 ^{ns}	32.58488 ^{ns}
Resíduo	32	0.3858357E-02	0.3656932E-03	0.5694445E-03	17.12483
Coeficiente de Variação (%)	-	16.429	6.9997	13.582	13.160

ns – não significativo; * significativo a 5% de probabilidade

APÊNDICE D - Resumo da análise de variância do Manganês (Mn), Cobre (Cu), Boro (B) e Sódio (Na)

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		Mn	Cu	B	Na
espécie	2	4671137*	10.24686*	142.9441*	0.1624500*
dose	4	4346.768*	1.644824*	20.36703*	0.8493750E-02*
espécie*dose	4	5359.706*	1.142114*	17.91711*	0.1088125E-01*
Resíduo	32	1398.976	0.1370640	3.585256	0.8881250E-03
Coeficiente de Variação (%)	-	8.7213	10.332	20.299	18.396

ns – não significativo; * significativo a 5% de probabilidade