

VINÍCIUS DE OLIVEIRA REZENDE

**Efeito da Fertirrigação com Água Residuária de Suinocultura nos
Atributos Químicos do Solo e na produção dos Capins Tifton 85 e
Xaraés**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, *Campus* de Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal) para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

RIO PARANAÍBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

Efeito da fertirrigação com água Residuais de suinocultura nos atributos químicos do solo e na produção dos capins Tifton 85 e Xaraés

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca UFV - Campus de Rio Paranaíba


R467e Rezende, Vinícius de Oliveira, 1984-
Efeito da fertirrigação com água residuária de suinocultura nos atributos químicos do solo e na produção dos capins Tifton 85 e Xaraés / Vinícius de Oliveira Rezende. – Rio Paranaíba, MG, 2013.
47 f.; 29cm.

Orientador: Dr. Sc. Luís César Dias Drumond
Co-orientador: D. Sc. André M. Xavier de Carvalho.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

1. Pastagem. 2. Nitrogênio. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22. ed. 631.587

RIO PARANAÍBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2013


Cristiano de Almeida
CRD6-2539

VINÍCIUS DE OLIVEIRA REZENDE

**Efeito da Fertirrigação com Água Residuária de Suinocultura nos
Atributos Químicos do Solo e na produção dos Capins Tifton 85 e
Xaraés**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, *Campus* de Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal), para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

Aprovada: 17 de dezembro de 2013

Prof. Dr.Sc. Luís César Dias Drumond
(Orientador)

Profa. Dra.Sc. Regina Maria Quintão Lana
(Coorientadora)

Prof. Dr.Sc. André M. Xavier de Carvalho
(Coorientador)

Prof. Dr.Sc. André L. Teixeira Fernandes

Aos meus pais, Elci e Eliane

As minhas irmãs, parentes e amigos.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus Pai, sempre presente em minha vida, que me iluminou em mais esta caminhada.

Ao amigo Luís César Dias Drumond pela orientação, pelo apoio, pelo incentivo e pela compreensão.

Aos professores André Luís Teixeira Fernandes e Regina Maria Quintão Lana, corresponsáveis por esta importante conquista.

À professora e amiga Adriane de Andrade Silva pelo carinho especial, pelas dicas importantes, pelos incentivos e pela atenção na execução dos experimentos.

Ao professor André Mundstock Xavier de Carvalho pela ajuda especial nas análises estatísticas, pelas dicas importantes, pela dedicação e pelo respeito. Para mim, é o perfil exemplar de um professor.

Aos amigos Eusímio Felisbino Fraga Junior, Fabiano Bisinoto e Eduardo Willian Lopes pela força e pela ajuda nesta empreitada.

À Universidade Federal de Viçosa, Campus Rio Paranaíba, onde tive o prazer e o orgulho de estudar.

À Universidade Federal de Uberlândia - UFU- por me receber com muito carinho no seu laboratório de análise de solo.

Aos técnicos do laboratório da UFU: Manuel, Gilda, Eduardo e Marinho pelas explicações, pelo auxílio nas leituras dos resultados e pelo preparo de soluções.

À fazenda Bonsucesso pela oportunidade de conduzir os experimentos nessas terras tão abençoadas.

Aos funcionários da fazenda Bonsucesso Tito, Bruno e João pela contribuição na coleta de dados.

BIOGRAFIA

VINÍCIUS DE OLIVEIRA REZENDE é filho de Elci Pereira de Rezende e de Eliane de Oliveira Rezende. Nasceu em Uberlândia, Minas Gerais, em 7 de dezembro de 1984.

Em 2009, concluiu o curso superior na FAZU (Faculdades Associadas de Uberaba), diplomando-se em Engenharia Agrônoma.

Em 2011, finalizou sua especialização na FAZU, tornando-se especialista em Manejo de Pastagem.

Em agosto de 2011, iniciou o curso de Mestrado em Produção Vegetal na Universidade Federal de Viçosa, campus de Rio Paranaíba.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	VII
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT	XII
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1 Local dos experimentos	10
3.2 Obtenção e caracterização da água residuária de suinocultura.....	10
3.3 Áreas experimentais e forrageiras avaliadas	12
3.4 Coleta de dados.....	15
3.5 Análises de solo	17
3.6 Análises foliares	18
4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.1 Experimento 1 - Capim Tifton 85	20
5.2 Componentes da produção	20
5.3 Atributos químicos do solo e extração de nutrientes pela parte aérea.....	22
5.4 Teores dos nutrientes foliares	25
5.5 Extração de nutrientes pela massa seca	26
5.7 Experimento 2 - Capim Xaraés	30
5.8 Componentes da produção	31
5.9 Atributos químicos do solo e extração de nutrientes	33
5.10 Teores dos nutrientes foliares	34
5.11 Extração de nutrientes pela massa seca	36
6 CONCLUSÕES	40
7 REFERÊNCIAS	41

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Vista geral de um galpão da fazenda Bonsucesso, com presença de lâmina d'água.	11
Figura 2. Células de biodigestor anaeróbico, modelo tubular da fazenda Bonsucesso....	11
Figura 3. Lagoa de estabilização da fazenda Bonsucesso.	12
Figura 4. Croqui das áreas experimentais com suas dimensões.	13
Figura 5. Animais em pastejo e, logo em seguida, a aplicação das doses de ARS.	14
Figura 6. Obtenção da altura do relvado, lançamento e assentamento do gabarito amostral, corte da forrageira com tesoura, pesagem do material coletado e confirmação da altura do resíduo.....	16
Figura 7. Precipitações ocorridas durante o período dos experimentos. Uberlândia, 2013.	20
Figura 8. Componentes da produção: produção (kg ha^{-1}), capacidade de suporte, densidade, altura do relvado, porcentagem de massa seca e produção de massa seca por dia no período do experimento com o capim Tifton 85, quando submetido a doses crescentes de ARS.	22
Figura 9. Médias de N,P,K e Zn encontrados nas folhas de Tifton 85.....	26
Figura 10. Extração dos macronutrientes N, P, K, S, Ca e Mg pela massa seca.....	28
Figura 11. Extração dos micronutrientes Cu, Fe, Mg e Zn pela massa seca.	30
Figura 12. Precipitações ocorridas durante o período do experimento do capim Xaráes.	31
Figura 13. Capacidade de suporte, produção de massa seca por dia, altura do relvado, densidade, porcentagem de massa seca e produção com o capim Xaráes.....	33
Figura 14 – Teores foliares encontrados na massa seca de N, de S, de Zn e de Cu no capim Xaráes, fazenda Bonsucesso, em cinco ciclos, totalizando 105 dias.....	36
Figura 15. Extração dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e B pela massa seca, durante os 105 dias de condição do experimento na fazenda Bonsucesso, 2013.	37
Figura 16. Extração dos micronutrientes Cu, Mn e Zn pela massa seca, acumulada em cinco ciclos, durante um período de 105 dias.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Limites máximos de nutrientes a serem aplicados em alguns países europeus.	7
Tabela 2. Dose total de ARS, aplicada em cada tratamento, e datas das aplicações parceladas no experimento 1 (cultivar Tifton 85).	14
Tabela 3. Dose total de ARS, aplicada em cada tratamento, e datas das aplicações parceladas no experimento 2 (cultivar Xaraés).	15
Tabela 4. Teores médios totais de nutrientes e de matéria orgânica presentes nas águas residuárias utilizadas nos experimentos 1 (Tifton) e 2 (Xaraés).	15
Tabela 5. Características químicas do solo da área experimental com o capim Tifton 85 antes da aplicação dos tratamentos.	18
Tabela 6 - Características químicas do solo da área experimental com o capim Xaraés antes da aplicação dos tratamentos, Uberlândia, 2013.	18
Tabela 7. Médias, valores de F (ANOVA) e coeficientes de variação dos componentes relacionados à produção do Tifton 85 fertirrigado com ARS. Uberlândia, 2013.	20
Tabela 8. Análise de variância para os nutrientes analisados no solo nas doses diferentes de ARS na fazenda Bonsucesso em Uberlândia, 2013.	23
Tabela 9. Médias dos teores de nutrientes, os valores de F da ANOVA e os coeficientes de variação do Tifton 85 fertirrigado com ARS.	25
Tabela 10. Extração de nutrientes pelo capim Tifton 85 (matéria seca), submetido a diferentes doses de ARS.	27
Tabela 11. Capacidade de suporte, produção de massa seca por dia, altura do relvado, densidade, porcentagem de massa seca e produção com o capim Xaraés na fazenda Bonsucesso em Uberlândia, 2013, durante cinco ciclos no período acumulado de 105 dias.	31
Tabela 12. Atributos químicos e teores médios dos nutrientes do solo com aplicação de doses de ARS. fazenda Bonsucesso, Uberlândia 2013.	34
Tabela 13 – Teores foliares médios do Xaraés fertirrigado com ARS.	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	Graus Celsius
Al	Alumínio
ARS	Água Residuária de Suinocultura
B	Boro
C.V.	Coeficiente de Variação
cm	Centímetros
mmol _c	Milimol de Carga
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
Cu	Cobre
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
Fe	Ferro
g	Gramas
H+Al	Acidez Potencial
ha	Hectares
K	Potássio
kg	Quilograma
m ³	Metro Cúbico
Mg	Magnésio
MO	Matéria Orgânica
MS	Matéria Seca
N	Nitrogênio
Na	Sódio
O	Oxigênio
P	Fósforo
Prof.	Profundidade
PVC	Policloreto de Vinila
S	Enxofre
SB	Soma de Bases
t	Capacidade de troca de cátions efetiva
V%	Saturação de Bases

RESUMO

REZENDE, Vinícius de Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Novembro de 2013. **Efeito da Fertirrigação com Água Residuária de Suinocultura nos Atributos Químicos do Solo e na produção dos Capins Tifton 85 e Xaraés.** Orientador: Luís César Dias Drumond. Coorientadores: Regina Maria Quintão Lana e André Mundstock Xavier de Carvalho.

A água residuária de suinocultura (ARS) é um recurso valioso por constituir fontes de nutrientes para a agropecuária e por ser capaz de reduzir o consumo de fertilizantes minerais. A definição de estratégias de utilização e manejo adequados para esse efluente minimiza os riscos de poluição frequentemente associados a sua aplicação no solo. Porém, as quantidades e as frequências aplicadas ao solo podem variar com o tipo deste, com a natureza e composição dos resíduos, com as condições climáticas e com a espécie vegetal cultivada.

Sendo assim, objetivou-se avaliar a aplicação de água residuária de suinocultura com o intuito analisar a produtividade de massa seca, a extração de nutrientes pelas forrageiras e os atributos químicos no solo. Realizaram-se dois experimentos visando verificar os efeitos da aplicação de doses crescentes de água residuária de suinocultura (0, 500, 1000, 1500, 2000, 2500 m³ ha⁻¹) sobre atributos químicos de um latossolo vermelho-amarelo e sobre a produção de massa seca das cultivares Xaraés (*Brachiaria brizantha*) e Tifton 85 (*Cynodon dactylon* x *Cynodon nlemfuensis*). Foram avaliadas as quantidades de nutrientes extraídas, a densidade e a altura do relvado pré-pastejo, a taxa de acúmulo de forragem e a capacidade de suporte.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados. Os dados foram submetidos à análise de variância e, em seguida, à análise de regressão. Os dois experimentos comprovaram que a aplicação de ARS é viável para os capins com aumento linear da produção de massa seca, da altura e da lotação em relação às doses aplicadas. Para o Tifton 85, apenas a porcentagem da massa seca foi reduzida com o aumento das doses. O fornecimento de ARS não restituiu as quantidades de cálcio, magnésio e manganês extraídas pelas forrageiras. Considerando o nitrogênio como o nutriente de referência, a dose de 500 m³ ha⁻¹ da ARS é a mais indicada para os dois capins. O potássio foi o nutriente mais extraído pelo Xaraés, superando o nitrogênio em 61%.

Conclui-se, então, que o Tifton 85 e o Xaraés são indicados para manejos intensivos de produção de forragem com utilização de ARS pela alta capacidade de produção massa seca e alta extração de nutrientes.

Termos para indexação: pastagem, nitrogênio, produtividade.

ABSTRACT

Rezende, Vinicius de Oliveira, M.Sc., Federal University of Viçosa, November, 2013. **Effects of Drip Irrigation using Swine Waste Water on Soil Attributes with Tifton 85 and Xaraés Grasses.** Adviser: Luis Cesar Days Drumond. Co-Advisers: Regina Maria Quintão Lana and Andrew Mundstock Xavierde Carvalho.

Swine wastewater (ARS) is a valuable resource. It provides soil nutrients for agriculture, thus reducing the necessity of using mineral fertilizers. Strategies have been defined that are suitable for the use of this effluent and that minimize the risks of pollution, often associated with its use. However, the quantities and frequencies of ARS that should be applied to the soil vary with the nature and composition of the waste, climate conditions and the plant species cultivated. This study sought to evaluate the application of swine wastewater in terms of an analysis of the yield of dry matter, nutrient uptake by forage crops and chemical soil attributes. Two experiments were conducted to ascertain the effects of the application of increasing doses of ARS: 0, 500, 1000, 1500, 2000, 2500 m³ ha⁻¹ on the chemical properties of an Oxisol and the production of dry matter of two forage cultivars: Xaraés (*Brachiariabrizantha*) and Tifton 85 (*Cynodondactylon x Cynodonnlemfuensi*). The amounts of nutrients extracted from the density and height of the pre-grazing sward, the rate of accumulation and carrying capacity were evaluated. The experimental was conducted using a randomized block design. Data were subjected to an analysis of variance and regression analysis. Both experiments showed that the application of ARS is feasible for the grasses. There was a linear increase in dry mass, height and stocking rate in relation to the quantities applied. For the Tifton 85, only the percentage of dry mass was reduced with increasing doses. The use of ARS did not restore the amounts of calcium, magnesium and manganese extracted by the forages. Potassium was the nutrient most extracted by Xaraés, surpassing the 61% nitrogen. Using nitrogen as the nutrient reference, a dose of 500 m³ ha⁻¹ARS was found to be the most suitable for the two grasses.

It was concluded that Tifton 85 and Xaraés can be recommended for intensive forage production management with use of ARS. These grasses yielded high levels of mass production and high nutrient uptake even under conditions of drought.

Index terms: grazing, nitrogen, productivity.

1 INTRODUÇÃO

A carne suína responde por quase metade do consumo e da produção mundial de carnes, sendo considerada a principal fonte de proteína animal (PEREIRA et al., 2009). O Brasil possui o quarto maior rebanho de suínos do mundo. Em 2012, foram abatidas 35,980 milhões de cabeças, contabilizando um crescimento de 3,2% em relação a 2011. A série anual do IBGE divulgou que houve crescimento ininterrupto dessa atividade desde 2005 e o peso acumulado das carcaças no abate de suínos, em 2012, alcançou 3,465 milhões de toneladas, representando um aumento de 2,8% em relação ao ano anterior (IBGE, 2013).

Entre os impactos ambientais associados a essa atividade, está o causado pela destinação inapropriada da água residuária produzida pelos sistemas confinados de produção. Diversas pesquisas têm a responsabilidade de indicar as quantidades de elementos químicos a serem aplicados anualmente em diferentes solos, buscando reduzir os impactos ambientais, com o correto manejo e o controle da aplicação. Além de avaliar os benefícios gerados com a utilização desses resíduos orgânicos em sistemas de produção agropecuários (MATIAS 2006; CARMARGO, 2011; SEGANFREDO 2013).

Entende-se como água residuária de suinocultura (ARS) a quantidade total de dejetos produzidos pelos suínos (fezes e urina), a água desperdiçada nos bebedouros e na higienização das instalações, os resíduos de ração, os pelos e a poeira decorrente do processo criatório. A concentração varia de acordo com o desenvolvimento ponderal desses animais, em valores decrescentes de 8,5 a 4,9% de seu peso vivo dia⁻¹, na faixa dos 15 aos 100 kg de peso vivo (KONZEN, 1983; OLIVEIRA, 1993; VOERMANS et al., 1994).

Os graves problemas ambientais que podem estar associados à destinação desses dejetos estão ligados a sua capacidade poluente, sobretudo pelas concentrações de matéria orgânica, coliformes fecais e significativas quantidades de nutrientes, especialmente N e P. A utilização excessiva de água na higienização das instalações contribui para o aumento da quantidade de resíduos, assim como para sua capacidade de dispersão.

A criação dos animais em sistemas confinados concentra a produção dos dejetos em determinadas regiões e reduz a área para a disposição desses resíduos. A tendência

de crescimento em escala da suinocultura que se observa na atualidade, com instalações de granjas maiores em áreas concentradas, pode vir a contribuir de forma maciça para o incremento do impacto ambiental (ORRICO JUNIOR, 2007).

A geração de ARS é constante nas granjas produtoras de suínos, o que faz com que ocorra acúmulo de grandes quantidades, que devem ser descartadas. Porém, o descarte só pode ser realizado após o correto tratamento e deve ser preferencialmente aproveitado para fornecimento de nutrientes para sistemas agrícolas. Em muitas fazendas no Brasil, existe considerável volume de água residuária que poderia ser utilizada para adubação em várias culturas. Os custos com transporte e a mão de obra para aplicação desses dejetos têm levado à busca de alternativas mais econômicas, como a aplicação via sistema de irrigação, uma vez que, dependendo de sua origem, o dejetos pode conter de 60 a 98% de líquido.

Nos Estados Unidos, o uso da irrigação para aplicação desses efluentes apresenta tendência de crescimento desde o início da década de 1970 (DRUMOND et al., 2006). Para a distribuição da água residuária, juntamente com a reposição hídrica, os sistemas de irrigação mais indicados são a aspersão fixa, a convencional, a em malha e os sistemas mecanizados, como o pivô central e os autopropelidos.

Na aspersão, a água é aplicada sobre a superfície do solo, na forma de chuva artificial. Segundo Christofídis (2006), a irrigação por aspersão, incluindo pivô central, representa 40% de todos os sistemas utilizados. Esse sistema é bastante utilizado no Brasil por possuir características como a possibilidade de elevada uniformidade de distribuição, a adaptabilidade a diversas culturas e solos, a possibilidade de aplicação de fertilizantes e outros produtos por meio da água de irrigação, e o fácil controle do volume de água aplicado. O sistema tolera água de qualidade inferior, com menores riscos de entupimentos, pois os bocais dos aspersores possuem diâmetros superiores às partículas presentes na água (FERNANDES et al., 2005; ANDRADE & DRUMOND, 2012).

O sistema de irrigação por aspersão em malha tem sido utilizado para esse fim. Possui linhas laterais, de derivação e principal enterradas, necessitando apenas da mudança dos aspersores. Com isso, a mão de obra é sensivelmente reduzida se comparada com o sistema de aspersão convencional. Possui alta uniformidade de aplicação da água, viabiliza a fertirrigação e economiza energia. Além disso, é um equipamento de baixo custo, tornando-se mais acessível aos produtores, permitindo o

aumento da produtividade. Isso pode refletir, substancialmente, no aumento da renda (DRUMOND; AGUIAR, 2005).

A fertirrigação é uma técnica que consiste na aplicação simultânea de água e de fertilizantes no solo por meio de sistemas de irrigação. Tal técnica tem sido frequentemente utilizada por agricultores pela facilidade de aplicação e pela pouca demanda de mão de obra.

A busca por informações que esclareçam o modo de utilização da água residuária de suinocultura (ARS) em pastagens é crescente.

Para haver um bom manejo em sistemas intensivos, é importante conhecer a demanda de nutrientes das plantas forrageiras e, conseqüentemente, a sua capacidade de extração de nutrientes do solo.

Nesse contexto, o objetivo foi avaliar a produção de massa seca pré-pastejo e as extrações de nutrientes pelos capins Tifton 85 e Xaraés, que receberam aplicações de doses crescentes de água residuária de suinocultura. No solo, foram analisados os atributos químicos de nutrientes em duas profundidades.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A origem da riqueza e a quantidade de nutrientes de água residuária de suinocultura nos sistemas confinados de produção de suínos ocorrem pela baixa assimilação dos nutrientes contidos nas rações. A eficiência média na utilização de nutrientes pelos suínos é de 29% para o nitrogênio e para o fósforo e de 6% para o potássio. São excretados pelos animais 40-60% do nitrogênio, 50-80% do cálcio e do fósforo e 70-95% do K, Na, Mg, Cu, Zn, Mn e Fe, fornecidos pela ração (PERDOMO; CAZZARÉ, 2001).

A disposição de águas residuárias no solo é uma atividade que visa, essencialmente, a reciclagem, inclusive da água, viabilizando a utilização do potencial hídrico e dos nutrientes presentes nos efluentes líquidos. É um processo que pode ser considerado tratamento e aproveitamento ao mesmo tempo e objetiva a redução dos custos de tratamento e o reaproveitamento dos nutrientes (CAMPOS, 1999).

Souto et al. (2005) afirmam que, com o aumento dos custos com adubação mineral, os produtores passaram a ter uma nova visão sobre a adubação orgânica, dando importância à utilização desse material como agente modificador das condições físicas, químicas e biológicas do solo. Isso tornou o sistema mais sustentável.

Para Vielmo (2008), as forrageiras são exigentes em fertilidade, necessitando de reposição de nutrientes para que tenham níveis elevados de produção, principalmente os de maior mobilidade, como o N e o K. Esses nutrientes exercem maior impacto sobre a produção e se encontram em grandes quantidades na ARS.

Drumond et al. (2006) realizaram um experimento para determinar a produção de massa seca pré-pastejo de Tifton 85 a com aplicação de água residuária de suinocultura por meio do sistema de irrigação por aspersão em malha, com doses de 0; 50; 100 e 200 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS. Esses autores comprovaram um efeito significativo com o aumento das doses de ARS em relação à produção de massa seca pré-pastejo, ocorrendo acréscimos da produção. O fornecimento de 200 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS possibilitou a produção de 5.928 kg de matéria seca da forrageira por ciclo de 28 dias.

Serafim (2010) avaliou a produtividade de massa seca da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu utilizando água residuária de suinocultura nas doses de 100; 200; 300 e 600 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ e obteve aumentos da ordem de 40; 60; 81 e 111%, respectivamente, se comparadas à testemunha. E concluiu que é possível elevar a produção anual de matéria

seca (forragem acumulada) fazendo-se uso de água residuária de suinocultura, principalmente no período chuvoso.

Atribui-se à suinocultura alguns fatores de contaminação ambiental em solos, no ar e nas águas. Estas últimas podem ser contaminadas de três formas distintas: pelo escoamento superficial do dejetos no campo, pela lixiviação de nutrientes em razão de aplicações excessivas ou nos próprios tanques de armazenamento sem nenhum revestimento. A poluição do solo, causada por aplicação excessiva de nutrientes como P, N, Zn e Cu, tem como consequência um desbalanço nutricional, podendo refletir negativamente no crescimento das plantas. (SHARPLEY et al., 1996).

De acordo com Kunz (2002), os principais problemas ambientais causados pela falta de tratamento dos dejetos de suínos ocorrem devido à alta carga orgânica e de nutrientes (N e P) e à adição de metais pesados (Cu e Zn) nas dietas desses animais. A concentração de tais componentes, no entanto, pode variar largamente em virtude do sistema de manejo adotado e da quantidade de água presente no dejetos.

Regiões de elevada concentração de suínos normalmente apresentam sérios problemas ambientais, devido principalmente às características do resíduo produzido com a presença de metais pesados (MATTIAS, 2006). O destino desses resíduos deve ser planejado de forma a causar o mínimo impacto ambiental possível.

Uma das possibilidades mais convenientes e aceitas é a sua distribuição em áreas agrícolas, onde os solos assumiriam o papel de conversão do resíduo pela redução no número de coliformes e pela ciclagem dos elementos presentes.

As águas residuárias de suinocultura possuem composições químicas variáveis, em razão, principalmente, da alimentação e do manejo da água empregados nos criatórios de suínos. Enquanto os fertilizantes químicos podem ser formulados para cada tipo de solo e cultura, os dejetos de suínos apresentam, simultaneamente, vários nutrientes que se encontram em quantidades desproporcionais em relação àquelas necessárias para as plantas. Com isso, as adubações contínuas com dejetos poderão ocasionar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos no solo, cuja gravidade dependerá da composição desses resíduos, da quantidade aplicada, da capacidade de extração das plantas, do tipo de solo e do tempo de utilização dos dejetos (SEGANFREDO, 2001).

Existem diversos sistemas de tratamento de dejetos, sendo os mais utilizados a biodigestão anaeróbia e as lagoas de estabilização. A biodigestão anaeróbia é um processo microbiológico em que uma série de microrganismos, na ausência de ar, atua

na transformação da matéria orgânica (MO) lábil, passando de moléculas mais complexas para aquelas com estruturas mais simples. Como resultado da biodigestão anaeróbia de excrementos, têm-se a produção de biogás e um efluente clarificado e mais estabilizado química e microbiologicamente (SILVA; REZENDE; LANA, 2012).

A degradação também está relacionada à disponibilidade de nitrato, de fosfato e de sulfato. A presença de outros nutrientes essenciais, como os micronutrientes Ferro (Fe), Níquel (Ni) e Cobalto (Co), em concentrações apropriadas, influenciam positivamente no desenvolvimento do processo e na produção de biogás, a qual é aumentada quando o resíduo a ser degradado apresenta uma maior demanda bioquímica de oxigênio (DQO) (PINTO, 1999).

A aplicação de água residuária de suinocultura em pastagem é uma alternativa válida para aumentar a produção. No capim Tifton 85, sugere-se como valor de referência a dose de $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, após corte ou pastejo (N = 0,50%; P = 0,37%; K = 0,30%). A eficiência do fertilizante é afetada pelas condições ambientais vigentes. Portanto, sua aplicação deve ser realizada quando a pastagem está em vigoroso crescimento e com maior absorção de nutrientes (SCHEFFER-BASSO 2008).

A aplicação sistemática de água residuária de suinocultura no solo pode causar um acúmulo de fósforo no solo, uma vez que as doses de ARS aplicadas são definidas, na maioria dos casos, de acordo com o teor de nitrogênio do dejetos (MCDOWELL; MCGREGOR, 1984; SHARPLEY; HALVORSON, 1994; HEATHWAITE et al., 2000; VIETOR et al., 2004).

A suinocultura brasileira é legislada por um conjunto de leis que regulam outras atividades agrosilvopastoris. Ou seja, existem poucas leis diretamente relacionadas à atividade e aos problemas ambientais decorrentes da produção de suínos. Algumas regiões do país tomaram medidas ambientais que visam limitar a poluição dos recursos hídricos, introduzidas em resposta ao apelo da sociedade e da mídia. A legislação ambiental é mais severa e complexa em estados como Paraná e Santa Catarina, por estes apresentarem alta concentração da atividade que, por sua vez, gera maiores custos ambientais aos produtores (ALBUQUERQUE & WEYDMANN 2007).

Determinados países europeus estabeleceram limites máximos de aplicação anual de resíduos orgânicos em virtude dos teores de P e/ou de N do resíduo. Esses limites serão apresentados na Tabela 1. É importante ressaltar que nesses países o clima temperado impede a utilização agropecuária do solo em alguns meses do ano e pode

reduzir a atividade microbiana no solo se comparado aos países sob clima tropical (DRUMOND ;AGUIAR, 2005; ANDRADE; DRUMOND, 2010).

Tabela 1. Limites máximos de nutrientes a serem aplicados em alguns países europeus.

Países	Limite
França ¹	N máximo de 170 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ P máximo de 43,8 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹
Dinamarca ^{1 2}	N máximo de 230 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ P máximo (três matrizes ou 30 suínos na fase de terminação)
Holanda ^{1 3}	N máximo de 250 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ P máximo de 52,6 e 43,8 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ para pastagens e outras culturas, respectivamente
Áustria ⁴	N máximo de 230 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹
Bélgica ⁵	N máximo de 250 e 170 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ para pastagens e outras culturas, respectivamente
Polônia ⁵	N máximo de 170 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹

Fontes: ¹Jongbloed et al. (1999); ²Commission Decision (2005a); ³Commission Decision (2005b); ⁴Commission Decision (2006); ⁵Beghin; Metcalfe (1998).

No sudeste dos EUA, as taxas de aplicações de ARS são normalmente baseadas no nitrogênio requerido (NEWTON et al., 2003). Capins do gênero *Cynodon* são as forrageiras predominantes na estação quente, com uma elevada necessidade anual de nitrogênio (de 200 a 400 kg ha⁻¹), variando em níveis moderados a elevados de produção, respectivamente. O potencial de extração de nutrientes pela *Cynodon* pode ultrapassar 50 ton ha⁻¹ ano⁻¹. Com a utilização de feno ou colheitas múltiplas, esses nutrientes são removidos para fora da área onde são extraídos (WOODARD et al., 2002).

Liu-Fuhan et al. (1997) estudaram os efeitos de três doses ARS (correspondentes a 560, 1120 e 2240 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) na recuperação de N e de P em um consórcio de grama bermuda (*Cynodon dactylon* cv. Russell) e azevém anual (*Lolium multiflorum*) e constataram que a maior dose de ARS adicionou quatro vezes mais N e 11 vezes mais P que as doses normalmente recomendadas para as forragens. O aumento da de ARS proporcionou um aumento na produção de matéria seca e na concentração total de N e de P nas forragens. As taxas de recuperação de nutrientes observadas por esses autores foram de aproximadamente 32% para N e de 20% para P na dose mais baixa de ARS. E

próximas de 13% para N e de 9% para P na dose mais elevada. A baixa recuperação de N e de P com doses maiores de ARS podem ter implicações ambientais para a qualidade do solo e das águas superficiais e subsuperficiais. Nesse sentido, a aplicação de 560 kg N ha⁻¹, na forma de ARS, foi considerada pelos autores a melhor taxa de aplicação devido ao menor impacto ambiental no solo, nas condições em que o experimento foi conduzido.

Trabalhos têm demonstrado que, com o aumento das doses de N aplicadas, a eficiência de recuperação do nutriente é menor (WHITEHEAD, 1995, 2000). A recuperação do fertilizante aplicado em pastagens está dentro dos limites de 50 a 80% e, com maior frequência, entre 65 e 70%.

E vários trabalhos têm questionado o uso dos boletins para a recomendação de adubação em pastagens, propondo modelos matemáticos de predição, tais como o Balanço de Massa e o Modelo Dinâmico (AGUIAR, 2004). Ainda segundo esse autor, as vantagens desses modelos são a possibilidade de se fazerem balanços nutricionais para produtividades específicas, levando-se em consideração a complexidade da dinâmica dos nutrientes na pastagem (principalmente devido à ação dos animais) e a melhor associação das adubações com a evolução do sistema produtivo.

As gramíneas forrageiras tropicais têm potencial para responder até 1800 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, com respostas lineares até 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, dependendo do solo, do clima, da espécie e do manejo (GUILHERME et al., 1995). A maior eficiência de uso de N somente ocorrerá quando os demais nutrientes estiverem em níveis adequados no solo e a pastagem for manejada adequadamente, para os animais aproveitarem a forragem produzida (CORRÊA, 2000).

Tem sido crescente o interesse de técnicos e produtores por novas espécies forrageiras de alto potencial de produção, para serem implantadas em sistemas intensivos de pastagem sob irrigação (DRUMOND; AGUIAR, 2005). Nesse sentido, são poucas as informações sobre crescimento e produção do capim Tifton 85, em sistemas irrigados, com a aplicação de água residuária de suinocultura.

O Tifton 85 (*Cynodon* spp.) é um híbrido F1 interespecífico resultante do cruzamento entre Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis*) e a introdução PI 290884 (*Cynodon dactylon*), um material proveniente da África do Sul. Foi desenvolvido pela Universidade da Geórgia e lançado em 1992. A sua inflorescência é pequena, formada por cinco racemos digitados no ápice da ráquis, não produzindo sementes viáveis por ser um híbrido interespecífico (2n = 50). A sua propagação é vegetativa. Apresenta

porte muito baixo, hastes delgadas e lisas, lâmina foliar glabra pequena e estreita, estolões abundantes e rizomas mais grossos e desenvolvidos, mas em quantidade relativamente pequena. Exibe, ainda, relação folha/colmo superior ao Tifton 68, o que lhe confere melhor qualidade. Além de uma gramínea de ciclo fotossintético C4, subtropical, perene, que apresenta um crescimento prostrado característico; é estolonífera e rizomatosa, sendo considerada como grama bermuda (ATHAYDE et al., 2006).

Dentre as forrageiras que têm apresentado sucesso no país, destaca-se a *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés (ALENCAR, 2007). É uma planta cespitosa, de altura média de 1,5 m em crescimento livre, colmos esverdeados e pouco ramificados. Apesar do porte ereto (crescimento em touceiras), colmos finos com nós podem enraizar em contato com o solo, gerando novas plantas. A bainha possui pelos claros, rijos, ralos e densos apenas nos bordos; lâmina foliar de coloração verde-escura, com pilosidade curta na face superior, e bordos ásperos (cortantes). A inflorescência é racemosa, com 40 ou 50 cm de comprimento, tem eixo em torno de 14 cm de comprimento, com sete ramos (ráceros) quase horizontais, com pelos nas ramificações. O ramo basal mede, em média, 12 cm de comprimento. As espiguetas são unisseriadas, em número médio de 44, com pelos longos, claros, translúcidos na parte apical, e arroxeadas no ápice (Embrapa Gado de Corte, 2004).

Trevisanuto et al. (2009) compararam a produtividade de três cultivares (Xaraés, Marandu e Piatã) manejados intensivamente em um experimento na fazenda Lageado de Ensino da UNESP, Botucatu-SP. A partir disso, obtiveram uma maior produtividade de massa seca no período da primavera/verão e anual da Xaraés em relação aos outros capins avaliados, recomendando esta cultivar para sistemas intensivos de produção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local dos experimentos

Os experimentos foram realizados na fazenda Bonsucesso, em duas áreas trabalhadas com manejo intensivo de produção de pastagem, irrigadas por aspersão em malha. A fazenda está localizada no município de Uberlândia- MG, na rodovia Campo Florido Km 20, nas coordenadas geográficas 19°05'17"S e 48°22'00"W, sob um latossolo com altitude vermelho-amarelo média de 820 metros em relação ao nível do mar. De acordo com o sistema de classificação de Köppen, o clima da região é caracterizado como tropical típico, com média de precipitação em torno de 1600 mm por ano, apresentando moderado déficit hídrico no inverno e excesso de chuvas no verão.

3.2 Obtenção e caracterização da água residuária de suinocultura

O sistema de produção de suínos da fazenda Bonsucesso consta de 4 galpões com 6 mil suínos alojados, dois barracões com 2 mil suínos alojados e 2 barracões com mil suínos alojados, todos com presença de lâmina d'água para aumentar o conforto térmico dos animais, permitindo que estes usufruam de uma área de lazer (contato com água) e de uma área para defecação (Figura 1). A atividade é realizada com sistema de integração, na fase de engorda, com a Rio Branco Alimentos S/A. Os animais chegam à propriedade com 25 kg e são considerados prontos para o abate com peso médio de 120 kg.

O volume de água residuária de suinocultura e a concentração de nutrientes variam de acordo com a idade do lote e com o tipo de ração usada nas etapas da produção. O volume médio de ARS produzido é de 110 m³ diário.



Figura 1. Vista geral de um galpão da fazenda Bonsucesso, com presença de lâmina d'água.

Os dejetos são manejados com biodigestor de manta de PVC (Figura 2) e lagoa de estabilização (Figura 3), ficando armazenados por aproximadamente 20 dias. Após esse período, a ARS é aplicada nas áreas de pastagens.



Figura 2. Células de biodigestor anaeróbico, modelo tubular da fazenda Bonsucesso.



Figura 3. Lagoa de estabilização da fazenda Bonsucesso.

3.3 Áreas experimentais e forrageiras avaliadas

As áreas experimentais constituem-se de dois talhões manejados no sistema intensivo de produção. Ambos com sistema de irrigação por aspersão em malha e aplicação de ARS desde o ano de 2009.

O experimento 1 foi conduzido com o capim Tifton 85 e o experimento 2 com o capim Xaraés.

Os experimentos foram montados sob uma mesma matriz experimental, em um delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram na seguintes doses de ARS, em ambos os experimentos:

Tratamento 1 - Testemunha sem aplicação de ARS

Tratamento 2 - Aplicação de $500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS

Tratamento 3 - Aplicação de $1000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS

Tratamento 4 - Aplicação de $1500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS

Tratamento 5 - Aplicação de $2000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS

Tratamento 6 - Aplicação de $2500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de ARS

As unidades experimentais foram montadas com a dimensão de 3 x 3 m, totalizando 9 m², com um metro de bordadura entre as parcelas. As dimensões e a distribuição das unidades experimentais nas áreas experimentais estão ilustradas na Figura 4.



Figura 4. Croqui das áreas experimentais com suas dimensões.

Realizou-se a uniformização das forrageiras com roçadeira hidráulica antes do início dos experimentos. Após a coleta dos dados, as forrageiras remanescentes de cada ciclo foram extraídas por bovinos. A aplicação da ARS foi realizada com uma mangueira de uma polegada e o volume foi calculado em razão do tempo e distribuído uniformemente sobre cada parcela (Figura 4). Dessa forma, a vazão foi regulada em 45

litros min^{-1} , e os tempos de aplicação foram de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 minutos respectivamente, do tratamento 1 ao 6.

Para igualar a dose de água aplicada em cada tratamento via ARS, foi realizada uma reposição hídrica de água potável. O registro foi regulado com uma vazão de 45 litros min^{-1} , e os tempos de aplicação ficaram de 10, 8, 6, 4, 2 e 0 minutos, respectivamente, do tratamento 1 ao 6.

Apesar de as áreas experimentais serem providas de um sistema de irrigação por aspersão em malha, ele não pode ser utilizado pela precisão das doses aplicadas nas parcelas



Figura 5. Animais em pastejo e, logo em seguida, a aplicação das doses de ARS.

As doses de ARS dos tratamentos foram parceladas em cinco datas definidas, conforme a Tabela 2 para o experimento 1 e a Tabela 3 para o experimento 2. As aplicações foram realizadas sempre no início de cada ciclo de pastejo. Esse parcelamento foi necessário para não exceder a capacidade de campo do solo.

Tabela 2. Dose total de ARS, aplicada em cada tratamento, e datas das aplicações parceladas no experimento 1 (cultivar Tifton 85).

Dose total	05/01/13	26/01/13	16/02/13	09/03/13	30/03/13
..... $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$					
500	100	100	100	100	100
1000	200	200	200	200	200
1500	300	300	300	300	300
2000	400	400	400	400	400
2500	500	500	500	500	500

Tabela 3. Dose total de ARS, aplicada em cada tratamento, e datas das aplicações parceladas no experimento 2 (cultivar Xaraés).

Dose total	16/02/12	09/03/13	30/03/13	20/04/13	11/05/13
..... m ³ ha ⁻¹					
500	100	100	100	100	100
1000	200	200	200	200	200
1500	300	300	300	300	300
2000	400	400	400	400	400
2500	500	500	500	500	500

Nos dias das aplicações, foram coletadas amostras da ARS para a caracterização química dos dejetos aplicados (Tabela 4). Os teores de nutrientes nas ARS não foram iguais devido às diferentes datas de aplicação entre os dois tratamentos, o que evidencia a heterogeneidade do resíduo produzido (Tabela 4).

Tabela 4. Teores médios totais de nutrientes e de matéria orgânica presentes nas águas residuárias utilizadas nos experimentos 1 (Tifton) e 2 (Xaraés).

Variável (mg L ⁻¹)	Tifton	Xaraés
Nitrogênio	823,60	442,50
Fósforo	20,46	22,90
Potássio	509,40	202,6
Cálcio	51,54	22,29
Magnésio	33,53	18,92
Boro	0,55	0,28
Cobre	4,33	1,82
Ferro	6,34	3,18
Manganês	0,91	0,30
Zinco	5,71	2,43
Matéria Orgânica	331,80	165,9

Ensaio subcontratado para o Laboratório Araxá Ambiental / Unidade Araxá acreditado pelo Inmetro pela ABNT NBR IS/EC 17.025 sobre o número CRL 0354. As metodologias empregadas foram baseadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

3.4 Coleta de dados

Durante o período de condução dos experimentos, as chuvas foram medidas diariamente com o auxílio de um pluviômetro instalando próximo à área experimental, em um local aberto.

Para avaliação do crescimento das forrageiras, foram realizados cinco cortes sucessivos em intervalos de 21 dias (ciclos). Para a análise da massa de forragem, utilizou-se o método de amostragem com gabarito quadrado, proposto por Aguiar

(2009). Para tal, um gabarito de 0,5 por 0,5 m (para o capim Tifton 85) e outro de 1,0 por 1,0m (para o capim Xaraés) foram utilizados para obtenção da amostra da parte aérea das forrageiras de cada unidade experimental. A sequência de procedimentos para determinação do crescimento das forrageiras está ilustrada na Figura 5.

As forragens colhidas tiveram sua massa fresca determinada. Posteriormente, as subamostras identificadas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas para determinação da massa seca (GARDNER, 1986). O percentual de massa seca foi, então, calculado e expresso em kg ha⁻¹ de MS. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey para as análises foliares dos teores de nutrientes.



Figura 6. Obtenção da altura do relvado, lançamento e assentamento do gabarito amostral, corte da forrageira com tesoura, pesagem do material coletado e confirmação da altura do resíduo.

Para determinar a altura do relvado, desde o nível do solo até a parte mais alta, foram utilizadas uma trena e uma lâmina de retroprojektor para uniformizar as pontas das folhas das plantas. A medição de cada unidade experimental foi realizada com 10 replicatas. A densidade da massa de forragem foi obtida a partir da divisão da matéria seca produzida pela altura do relvado, sendo expressa em $\text{kg ha}^{-1} \text{cm}^{-1}$ de MS.

O acúmulo de forragem foi calculado pela subtração da massa de forragem no pré-pastejo do ciclo pela massa de forragem no pós-pastejo do ciclo. A taxa de acúmulo de forragem foi expressa em $\text{kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ de MS e foi calculada dividindo o acúmulo de forragem pelo ciclo de pastejo que são 21 dias.

A capacidade de suporte da pastagem foi calculada com base na forragem disponível, considerando uma oferta de forragem de 5 kg de MS para cada 100 kg de peso vivo. Após as coletas dos dados, foram realizados consumos forçados com bovinos para uniformizar as forrageiras a 10 cm de altura em relação ao chão.

3.5 Análises de solo

As características químicas e físicas das duas áreas nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm estão descritas nas Tabelas 5 e 6 para os experimentos 1 (Tifton 85) e 2 (Xaraés), respectivamente. Quatro meses antes da implantação do experimento, adicionou-se calcário para a correção da acidez e para a elevação da saturação por bases para 60%. Além do calcário, nenhuma outra fonte de nutrientes foi aplicada antes da aplicação dos tratamentos.

Durante a última coleta da parte aérea das forrageiras, realizou-se uma amostragem do solo em cada parcela do experimento por meio de amostras compostas por seis simples, coletadas com trado holandês. Foram analisados o pH em água, a acidez trocável (Al^{3+}), a acidez potencial (H+Al) e os teores de matéria orgânica (MO), de fósforo (P), de potássio (K), de cálcio (Ca), o magnésio (Mg), de cobre (Cu), de zinco (Zn), de manganês (Mn) e de ferro (Fe), conforme metodologia descrita pela EMBRAPA (2009).

Tabela 5. Características químicas do solo da área experimental com o capim Tifton 85 antes da aplicação dos tratamentos.

Prof. (cm)	P resina	K	S	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al
	.....mg dm ⁻³.....			.....cmol _c dm ⁻³				
0-20	39,90	94,00	1,77	0,24	1,00	0,30	0,15	2,60
20-40	18,20	56,00	2,02	0,140	0,70	0,10	0,20	2,10
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	T	CTC
	.....mg dm ⁻³.....					.....cmol _c dm ⁻³		
0-20	0,11	4,00	91,00	6,30	8,10	1,54	1,69	4,14
20-40	0,28	1,60	28,00	2,40	2,00	0,94	1,14	3,04
	pH (água)	MO %	V %	m %	Argila	Silte	Areia	
		.....g kg ⁻¹						
0-20	5,50	2,3	37	09	152,00	25,00	822,00	
20-40	5,50	1,6	30	17	165,00	17,00	818,00	

Análises químicas realizadas conforme metodologias descritas pela Embrapa (2009).

Tabela 6 - Características químicas do solo da área experimental com o capim Xaraés antes da aplicação dos tratamentos, Uberlândia, 2013.

Prof.	P resina	K	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al
	.....mg dm ⁻³.....			.....cmol _c dm ⁻³				
00-20	65,70	98,00	1,09	0,25	0,90	0,30	0,25	2,80
20-40	7,10	51,00	3,68	0,13	0,70	0,10	0,40	2,60
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	T	CTC
	.....mg dm ⁻³.....					.....mmol _c dm ⁻³		
00-20	0,16	2,20	91,00	6,50	11,30	1,45	1,70	4,25
20-40	0,10	0,50	33,00	1,70	0,50	0,93	1,33	3,53
Prof.	pH	MO %	V %	m %	Argila	Silte	Areia	
	H ₂ O	.....g kg ⁻¹						
0-20 cm	5,30	2,10	34	14	153,00	25,00	822,00	
20-40	5,00	2,20	26	30	160,00	37,00	803,00	

Análises químicas realizadas conforme metodologias descritas pela Embrapa (2009).

3.6 Análises foliares

As partes aéreas das plantas foram submetidas às análises dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn e B conforme metodologias da Embrapa (2009). Após digestão sulfúrica, o nitrogênio foi extraído pelo método Semi-micro-Kjeldahl e titulado com HCl 1 mol L⁻¹. Os demais elementos, exceto B, foram determinados em extrato preparado a partir de digestão úmida nitroperclórica. O fósforo foi quantificado por colorimetria, o potássio por fotometria de chama e o enxofre por turbidimetria. Já os teores de Ca e Mg, por espectrofotômetro de absorção atômica. Os teores dos

micronutrientes Fe, Cu, Mn e Zn foram definidos por espectrofotômetro de absorção atômica e os de B foram determinados por colorimetria, com Azometina-H, após digestão seca em mufla.

Com os teores de nutrientes das partes aéreas, foi calculado o acúmulo destes e determinada a eficiência de recuperação de cada um pela planta. O acúmulo de nutrientes na parte aérea de cada ciclo foi, então, utilizada para definir a extração total de nutrientes pela parte aérea das forrageiras (em kg ha⁻¹) nos 105 dias de experimento.

4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos aos testes de Bartlett e de Jarque-Bera (JARQUE; BERA, 1980) para avaliação das condições de homogeneidade das variâncias e da normalidade dos resíduos, respectivamente. Em seguida, foram objetos de análise de variância (ANOVA) e, dependendo da significância dos efeitos dos tratamentos, o comportamento das doses de ARS foi avaliado por meio de análise de regressão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Experimento 1 - Capim Tifton 85

Observou-se que, durante os períodos de avaliação, houve uma média de precipitação de 8,6 mm dia⁻¹, sendo as quantidades similares em todos os cortes, o que não representou um fator de grande variação. A Figura 6 apresenta os índices pluviométricos durante o período de condução dos experimentos.

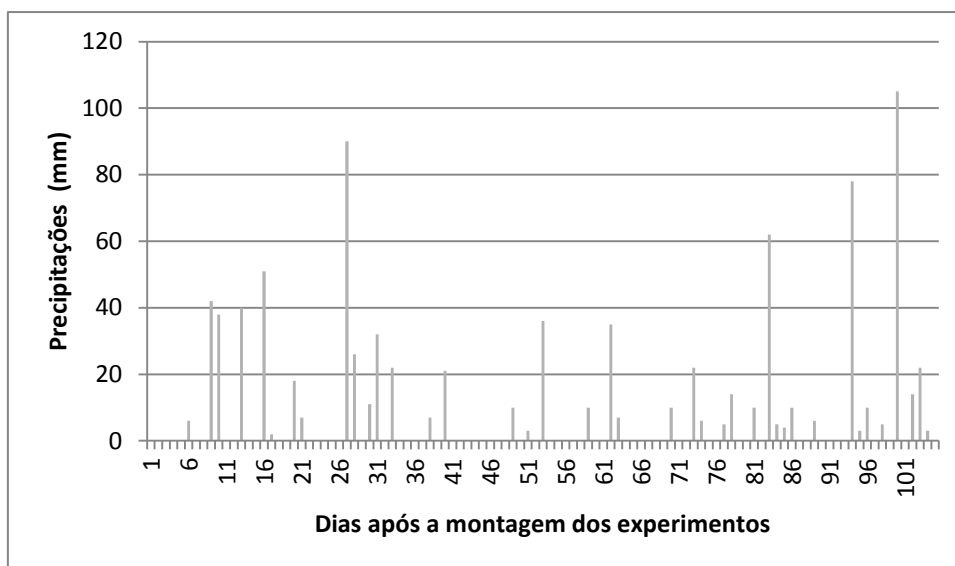


Figura 7. Precipitações ocorridas durante o período dos experimentos. Uberlândia, 2013.

5.2 Componentes da produção

Os resultados da análise de variância para os componentes da produção estão apresentados na Tabela 7. A aplicação das diferentes doses de ARS proporcionou um aumento linear em todos os componentes da produção Tifton 85 (Figura 7).

Tabela 7. Médias, valores de F (ANOVA) e coeficientes de variação dos componentes relacionados à produção do Tifton 85 fertirrigado com ARS. Uberlândia, 2013.

Componentes da Produção	Média	F	CV%
Capacidade de Suporte (UA ha ⁻¹)	7,69	30,35**	5,90
Produção de Massa Seca (kg ha ⁻¹)	18.159,80	30,35**	5,90
Densidade (kg ha ⁻¹ cm ⁻¹ de MS)	109,40	7,53**	7,08
Porcentagem de Massa Seca (%)	23,39	3,06°	3,15
Altura do Relvado (cm)	34,83	57,39**	2,05
Produção de MS por dia (kg ha ⁻¹)	172,95	30,35**	5,90

** , °: significativo a 1 e 10 % de probabilidade, respectivamente.

As alturas médias do Tifton 85 variaram entre 31 e 39 cm com um ciclo de 21 dias (Figura 7 d). Resultados semelhantes ao de Aguiar (2009), com um experimento em Uberaba com manejo intensivo, encontraram uma altura média no período de primavera/verão de 36,4 cm e a média anual de 29,7 cm.

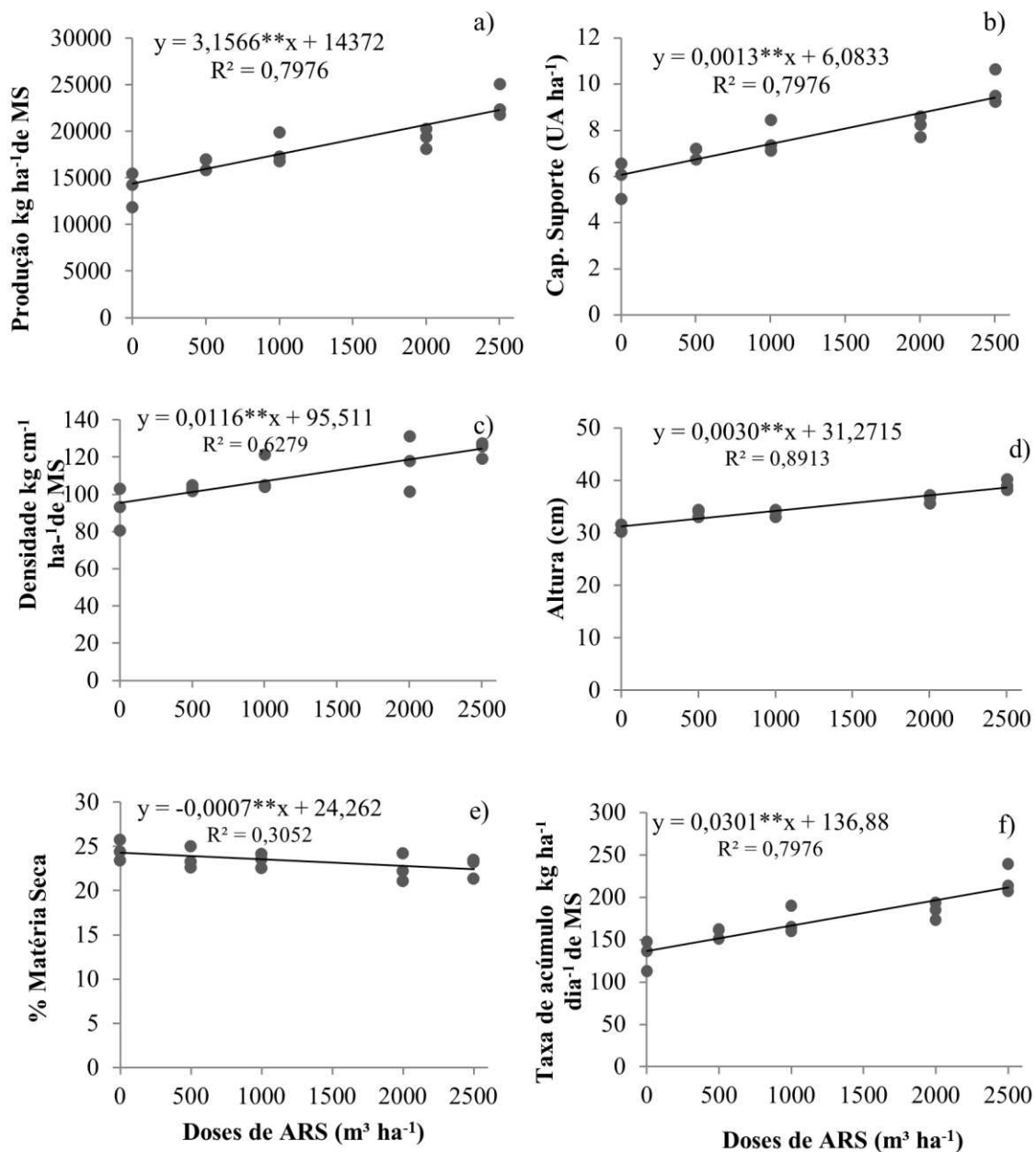
A maior capacidade de suporte, 10 UA ha⁻¹, foi obtida com a dosagem de 2500 m³ ha⁻¹, considerando eficiência de pastejo de 50% (Figura 7 b). Lupatini (2006) demonstrou que, dentre vários tipos de forrageiras, o capim Tifton 85 com alta adubação respondeu melhor à irrigação, apresentando uma capacidade de suporte de até 10 UA ha⁻¹, o que evidenciou o grande potencial de produção de forragem dessa gramínea, associando manejo intensivo, adubação e irrigação adequadas.

A taxa de acúmulo de matéria seca por dia obteve valores médios de 138 a 219 kg ha⁻¹ dia⁻¹, conforme o aumento das doses aplicadas (Figura 8 e). Aguiar et al. (2005) obtiveram taxa de acúmulo de forragem média anual de 172 kg ha⁻¹ dia⁻¹. Drumond et al. (2006) atingiram taxa de acúmulo de forragem de 148,2 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de matéria seca em pastagem de Tifton 85 fertirrigada, com dejetos líquidos de suínos na região de Uberaba - MG.

Andrade et al. (2012) em uma área experimental no Campus da UFV de Rio Paranaíba avaliaram o acúmulo de forragem manejada no sistema intensivo e irrigado. O ponto ideal de pastejo e a composição bromatológica da forragem produzida no verão e no outono em pastos manejados em sistema intensivo com o capim Tifton 85, obtiveram taxas de acúmulo de forragem de 140,0 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de MS no verão e de 122,2 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de MS no outono. A altura do relvado ideal para pastejo, nas condições estudadas, foi de 25,4 cm.

A porcentagem de matéria seca na parte aérea das forrageiras diminuiu com o aumento das doses de ARS, ocorrendo maior retenção de água das plantas forrageiras na medida em que foram aumentados os teores foliares de alguns nutrientes.

A maior produção média foi obtida com a dose de 2500 m³ ha⁻¹ (Figura 7 a), que foi 66,5 % superior à média da testemunha no período de 105 dias. O aumento linear da produção e da altura do relvado influenciou a densidade de matéria seca, que passou de 92,4 kg ha⁻¹ cm⁻¹ de MS na testemunha para 125,2 kg ha⁻¹ cm⁻¹ de MS na maior dose: 2500 m³ ha⁻¹, um aumento de 34,5 % na densidade do relvado (Figura 7 c).



** : significativos de 1 % de probabilidade.

Figura 8. Componentes da produção: produção (kg ha⁻¹), capacidade de suporte, densidade, altura do relvado, porcentagem de massa seca e produção de massa seca por dia no período do experimento com o capim Tifton 85, quando submetido a doses crescentes de ARS.

5.3 Atributos químicos do solo e extração de nutrientes pela parte aérea.

Com o aumento das doses de ARS, ocorreu uma diminuição do pH do solo nas duas profundidades (Tabela 8), fato também observado por Queiroz et al. (2004). De acordo com Bouwer (2000), em solos que receberam águas residuárias, pode haver

diminuição no valor de pH em virtude da mineralização de compostos orgânicos da ARS, o que propicia a produção de CO₂ e ácidos orgânicos.

Tabela 8. Análise de variância para os nutrientes analisados no solo nas doses diferentes de ARS na fazenda Bonsucesso em Uberlândia, 2013.

		P resina	K	S	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	H+Al	CTC _(pH 7,0)
		..... mg dm ⁻³ .....			..... cmol _c dm ⁻³				
0-20 cm	Médias	31,27	101,00	3,67	0,64	0,44	1,34	2,29	3,63
	F	1,19 ^{ns}	0,98 ^{ns}	6,72 [*]	1,76 ^{ns}	4,49 [*]	2,92 [°]	0,73 ^{ns}	1,31 ^{ns}
	C.V. %	58,97	22,62	39,83	24,71	22,92	17,82	14,07	10,67
20 - 40 cm	Médias	7,16	102,00	4,87	1,75	0,26	0,95	0,43	2,7
	F	1,76 ^{ns}	0,49 ^{ns}	10,36 ^{**}	9,8 ^{**}	13,43 ^{**}	7,55 ^{**}	4,87 [*]	0,67 ^{ns}
	C.V. %	57,79	27,81	26,66	16,85	13,14	14,94	10,95	8,12
		pH	M.O. %	V %	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		..... mg dm ⁻³							
0-20 cm	Médias	5,49	1,69	36,82	0,10	3,10	54,40	7,22	5,27
	F	2,9 [°]	1,36 ^{ns}	2,14 ^{ns}	2,86 [°]	0,99 ^{ns}	0,59 ^{ns}	4,77 [*]	0,64 ^{ns}
	C.V. %	3,44	15,64	14,91	15,18	26,26	42,83	23,21	42,75
20 - 40 cm	Médias	5,61	1,05	35,09	0,9	1,89	18,87	4,52	1,5
	F	10,47 ^{**}	0,24 ^{ns}	9,90 ^{**}	0,10 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1,42 ^{ns}	6,69 [*]	1,01 ^{ns}
	C.V. %	4,17	12,76	13,22	22,32	64,97	26,21	24,81	31,38

** , * , °: significativos à 1, 5 e 10 % de probabilidade, respectivamente.

Os teores de potássio disponíveis no solo foram semelhantes nas duas profundidades deste, indicando uma percolação de K nas camadas mais profundas. Por ser um monovalente, possui baixa retenção nos coloides do solo, estando submetido ao processo de lixiviação. Os teores de K observados enquadram-se na classe de disponibilidade “bom”, segundo a CFSEMG (1999).

De acordo com Scherer (2001), o potássio aplicado na forma de adubo orgânico comporta-se como K aplicado na forma mineral, uma vez que ele não faz parte de nenhum composto orgânico estável. Portanto, não precisa sofrer mineralização por ação de microrganismos, tornando-se disponível no solo rapidamente.

O P apresentou maior concentração na camada superficial do que na de 20-40cm. Isso ocorreu porque os radicais orgânicos positivos presentes na ARS absorvem o P, favorecendo o acúmulo superficial. Ceretta et al. (2003), em estudo sobre o uso de água residuária de suinocultura em pastagem natural, verificaram alterações na concentração de fósforo, evidenciando elevada concentração de P na camada superficial do solo. Com aumentos de 580% aos 8,3 meses e de 6.710% aos 48 meses de aplicação

com efluente líquido de suinocultura. Esses trabalhos indicam a importância do monitoramento quando se realiza aplicação constante de ARS na mesma área.

Não houve efeito significativo da aplicação da ARS sobre os teores de Mg disponíveis no solo. Segundo a CFSEMG(1999), tanto os teores observados na camada de 0 a 20cm quanto na de 20 a 40cm permaneceram baixos.

Em relação ao teor de cálcio, na profundidade de 0- 20 cm, a média observada foi de $0,64 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, enquanto na profundidade 20-40cm foi de $1,75 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, ocorrendo uma maior extração no nutriente na superfície do solo.

Com a aplicação da ARS, houve um crescimento linear dos capins. Porém, a reposição do Ca foi inferior à quantidade extraída, provocando acidez no solo.

Segundo Furtini Neto et al. (2001), a aplicação de efluentes orgânicos ao solo aumenta a lixiviação de cálcio. Maggi et al. (2011) comprovaram que os resíduos orgânicos ampliam a lixiviação pelo fato de a água residuária poder ocasionar o aumento da liberação de CO_2 e, conseqüentemente, da lixiviação de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ com a água. Queiroz et al. (2004), não observaram variações nos teores de Ca^{2+} no solo com a aplicação de água residuária.

Com a aplicação de ARS, os teores de matéria orgânica, que estavam em 2,3% na profundidade de 0-20cm e em 1,6% na profundidade 20-40cm, não aumentaram em virtude da aplicação dos tratamentos. Mattias (2006) também não observou incremento de matéria orgânica com a aplicação de efluente líquido de suinocultura.

Asmann et al. (2006) não observaram aumento no teor de matéria orgânica com a aplicação efluentes líquidos de suinocultura. De acordo com os autores, devem ser consideradas características intrínsecas do esterco utilizado, em que a qualidade dos compostos orgânicos pode determinar maior ou menor acúmulo de matéria orgânica no solo. Os compostos orgânicos presentes no esterco líquido de suínos são de fácil mineralização, oxidando em poucos dias ou semanas, e favorecidos pela maior atividade microbiana decorrente do material aplicado. A biomassa microbiana é considerada a parte viva da matéria orgânica, composta de micro-organismos (bactérias, fungos e actinomicetos), que compreendem de 2 a 5% do carbono orgânico e de até 5% do nitrogênio total (MOREIRA & SIQUEIRA, 2003).

Não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos nos teores do nutriente Fe e Zn. (Tabela 8). Segundo Girrotto (2007), aplicações sucessivas de ARS no solo também ocasionam acúmulo de Zn em camadas superficiais deste, em que foram encontrados acúmulos significativos de Zn até a camada de 10cm de

profundidade. O autor explicou o acréscimo nos teores de Zn baseando-se nas altas concentrações desse metal encontradas nos dejetos.

Com as doses aplicadas, não houve alteração nos teores disponíveis de Cu, Fe e Zn no solo. Gomes Filho et al. (2001) constataram baixa mobilidade de cobre no solo, afirmando que esse elemento é, entre os metais pesados, um dos mais fortemente absorvidos ou complexados pelo solo. Segundo Lopes (1999), a presença excessiva de íons metálicos, como ferro, manganês e alumínio, reduz a disponibilidade de cobre para as plantas.

5.4 Teores dos nutrientes foliares

Os teores foliares de alguns nutrientes diferiram entre si em razão da aplicação da ARS (Tabela 9). A maioria dos teores não foi influenciada pelos tratamentos com diferentes doses de ARS e mantiveram suas porcentagens médias de extrações.

Tabela 9. Médias dos teores de nutrientes, os valores de F da ANOVA e os coeficientes de variação do Tifton 85 fertirrigado com ARS.

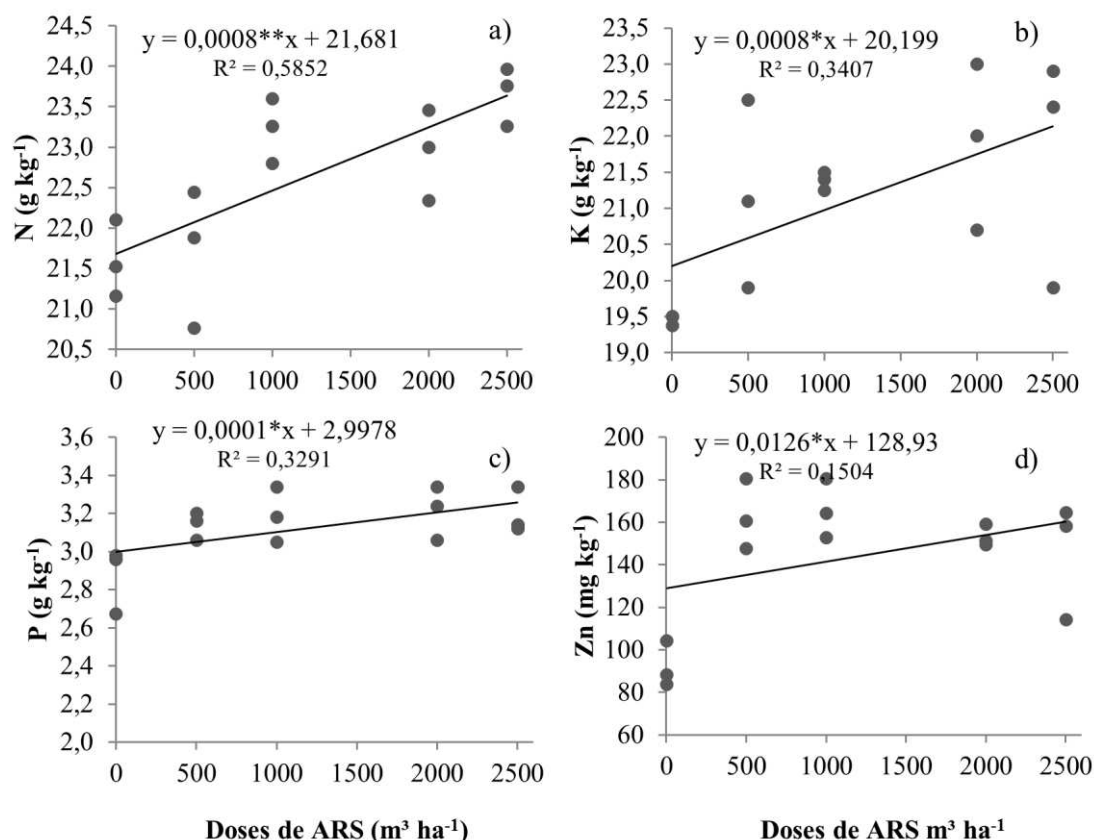
	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....g kg ⁻¹ .....						.....mg kg ⁻¹				
Médias	22,62	3,12	21,28	1,69	4,18	2,66	18,11	11,19	151	242	144
F	8,50 ^{**}	3,44 ^o	5,96 [*]	5,53 [*]	0,78 ^{ns}	1,72 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,69 ^{ns}	1,46 ^{ns}	10,87 ^{**}
C.V. %	2,39	4,28	3,56	6,27	4,43	4,98	12,29	13,25	11,31	21,96	0,11

** , * e ° : significativos a de 1 ,5 e 10 % de probabilidade, respectivamente. ^{ns} não significativo.

A diferença estatística apontada pela ANOVA (teste F) indica que há, pelo menos, uma diferença significativa entre os tratamentos para os nutrientes N, P, K, S e Zn. Desse modo, a aplicação de diferentes doses de ARS influenciou nos teores desses nutrientes.

Os teores de Cu no tecido vegetal ficaram abaixo da faixa considerada adequada proposta por Werner et al. (1996), que varia de 50 a 200 mg kg⁻¹, sendo a média obtida nesse experimento de apenas 11,19 mg kg⁻¹.

Conhecer os teores foliares médios de um sistema intensivo de produção, principalmente de uma espécie muito exigente nutricionalmente, como o Tifton 85, é de suma importância para a determinação da quantidade de nutriente a ser repostada. Tudo isso para alcançar a produção de matéria seca almejada. Os teores dos nutrientes N, P, K e Zn encontrados nas folhas de Tifton 85 serão apresentados na Figura 8.



******, e ***** : significativos de 1 e 5 % de probabilidade, respectivamente.

Figura 9. Médias de N,P,K e Zn encontrados nas folhas de Tifton 85.

Com a maior oferta de nutrientes pela ARS, ocorreu um aumento nos teores foliares do N, P,K e Zn no Tifton 85. Esse efeito está relacionado com a alta exigência e com a capacidade de extração deste capim.

Silva (1999) classificou a faixa de teores adequados para o Tifton da seguinte forma, em relação ao macronutrientes: N 20-26; P 1,5-3,0; K 15-30; Ca 3-8; Mg 1,5-4,0; S 1,5-3,0 g kg⁻¹. Para os micronutrientes a faixa ideal é: B 5-30; Cu 4-20; Fe 50-200; Mn 20-300 e Zn 15-70 mg kg⁻¹.

Todos os elementos desse experimento enquadram-se na faixa ideal proposta por Silva (1999), com exceção do Zn, em que a média dos tratamentos foi de 144 mg kg⁻¹.

5.5 Extração de nutrientes pela massa seca

As extrações dos nutrientes pela massa seca da parte aérea das plantas foram elevadas, demonstrando que a forrageira Tifton 85 possui alta capacidade de extração de nutrientes (Tabela 10).

Tabela 10. Extração de nutrientes pelo capim Tifton 85 (matéria seca), submetido a diferentes doses de ARS.

	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....kg ha ⁻¹										
Médias	405,14	57,77	387,69	31,48	77,05	49,68	0,33	0,2	2,88	4,61	2,86
F	25,24 **	23,64 **	33,46 **	12,35 **	7,36 *	9,85 **	4,26 °	6,18 *	10,51 **	3,63 °	4,74 *
C.V. %	7,73	6,25	5,34	11,23	9,65	8,98	10,50	13,30	8,49	27,09	15,36

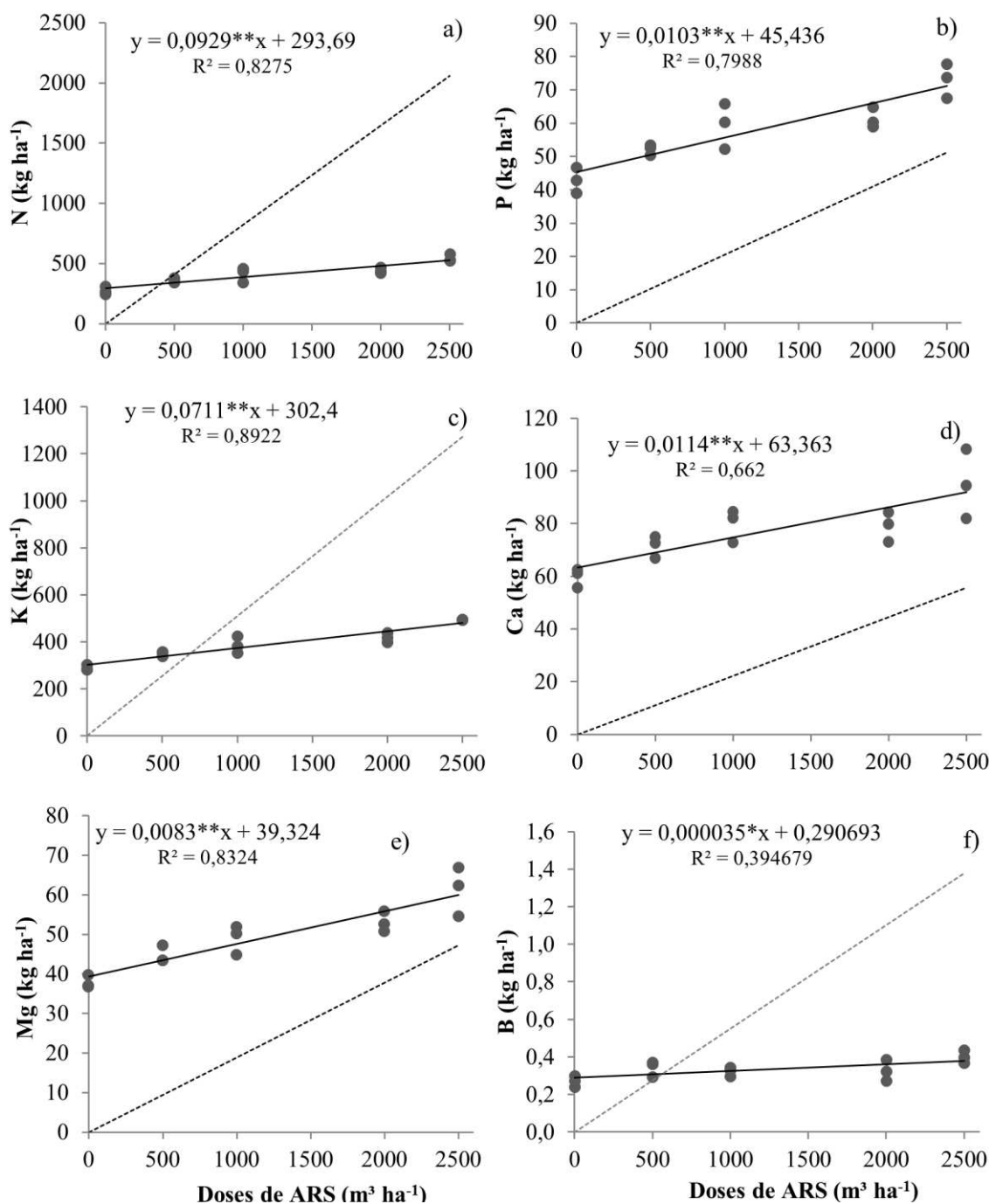
** , * e ° : significativos a 1 ,5 e 10 % de probabilidade, respectivamente.

A concentração de nutrientes na parte aérea segue a seguinte ordem decrescente de extração: N > K > Ca > P > Mg e S e para os micronutrientes Mn > Fe > Zn > Bo > Cu.

Como a produção de MS está em uma projeção de crescimento linear, todos os nutrientes seguiram a mesma tendência (Figura 9).

Na dose de 500 m³ ha⁻¹ de ARS, adicionou-se ao solo 411,08 kg ha⁻¹ de nitrogênio e a extração de massa seca foi de 358,01 kg ha⁻¹ de N , o que corresponde a 87,09% do aplicado. O sincronismo entre a disponibilidade de N, proveniente da ARS, e a demanda da cultura gerou um efeito benéfico no processo de reciclagem do nutriente. Esse equilíbrio diminui a concentração de N mineral na água percolada. Seguramente, essa dose é a mais indicada no ponto de vista ambiental com relação ao N (Figura 10a). Sharpe e Harper (2002) ainda justificam que cerca de 35% do N da ARS é perdido na forma de N-NH₃ durante a aplicação.

O fósforo fornecido foi inferior ao extraído pela planta em todos os tratamentos (Figura 10b). O teor do nutriente presente na ARS é baixo. Silva et al., (2012) realizaram um experimento na fazenda Bonsucesso. Ao analisar a água residuária de suinocultura, verificaram que o teor de fósforo presente na ARS apresentou redução de aproximadamente 80% ao passar pelo Biodigestor e pela lagoa da decantação. A maioria dos trabalhos de pesquisas não utiliza biodigestor no tratamento da ARS. Segundo Mattias (2006), o acúmulo de P em solos tratados com ARS correlaciona-se com a menor relação N/P dos dejetos, uma vez que para atender às quantidades necessárias de N pelas plantas quando se aplica ARS, simultaneamente aplicam-se quantidades de P maiores do que as necessárias para as plantas, resultando em acúmulos e movimentações de P orgânico no ambiente.



** e *: significativos de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. A linha pontilhada refere-se à adição dos nutrientes no solo e a linha contínua à extração pela forrageira.

Figura 10. Extração dos macronutrientes N, P, K, S, Ca e Mg pela massa seca.

Apenas na dose de 500 m³ ha⁻¹ o potássio aplicado, via água residuária, (254,69 kg ha⁻¹) foi inferior ao extraído pela planta. As doses superiores deixaram resíduos do elemento no solo (Figura 9c).

As extrações do Ca (Figura 9d) e do Mg (Figura 9e) foram superiores à quantidade fornecidas pela ARS em todos os tratamentos. Outras fontes de Ca e de Mg

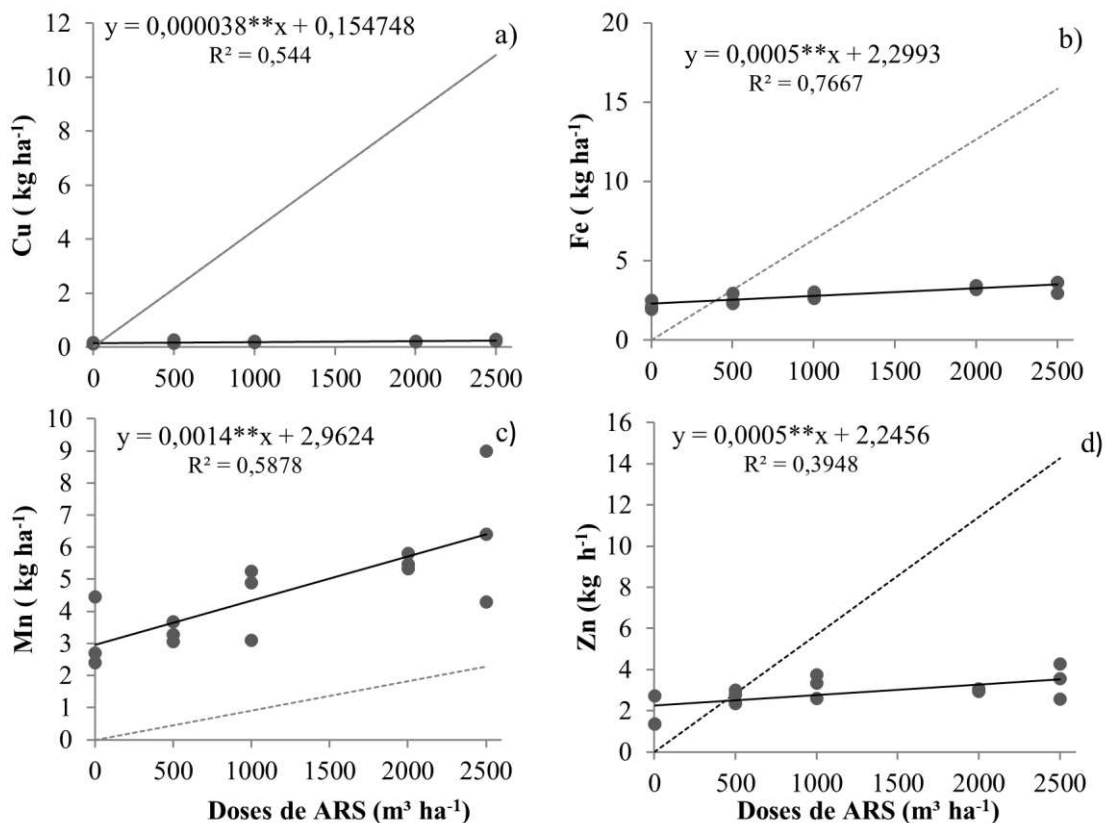
devem ser aplicadas ao solo, como o calcário, para que haja equilíbrio nutricional. O monitoramento constante com análise de solo deve ser realizado para detectar possíveis deficiências nutricionais.

A quantidade de Boro fornecida na dose de $500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (280 gramas) foi a que mais se aproximou da extração pela planta, com a produção de 340 gramas de MS. A inclinação da reta da extração é pequena. Na maior dose a extração foi de apenas 400 gramas (Figura 9f).

Há uma tendência de acúmulo de Cobre no solo com a aplicação de ARS. A média das extrações obtidas na massa seca deste nutriente foi de $0,2 \text{ kg ha}^{-1}$. O menor tratamento do experimento adicionou dez vezes mais Cu do que o extraído. E o tratamento com a maior dose acrescentou 40 vezes mais. A Figura 11 a ilustra a baixa extração do Cu pela matéria seca produzida pelo Tifton 85.

O excesso de Cu na ARS está relacionado a sua função de eficiente promotor do crescimento de baixo custo no suíno. Sua utilização ocorre por meio da adição na ração. Além disso, vários países, em particular aqueles pertencentes à União Europeia, têm sofrido restrições quanto ao uso de níveis subterapêuticos de aditivos antimicrobianos em dietas de suínos, devido à possibilidade do desenvolvimento de resistência bacteriana aos antibióticos e quimioterápicos (Best, 1997). Lima & Miyada (2003) realizaram um experimento com Cu na forma de citrato cúprico, uma fonte mais solúvel com maior aproveitamento pelo animal e com menor sobra de resíduo pelas excreções.

A partir daí, concluíram que o citrato cúprico pode substituir o sulfato de Cu, contribuindo para a redução deste nutriente na ARS.



** significativos de 10% de probabilidade. A linha pontilhada refere-se à adição dos nutrientes no solo e a linha contínua à extração pela forrageira.

Figura 11. Extração dos micronutrientes Cu, Fe, Mg e Zn pela massa seca.

A ARS, em nenhuma das doses, conseguiu suprir o manganês (Mn) necessário para a produção do Tifton 85, sendo recomendada a reposição do nutriente por outras fontes de fertilizantes.

O Zn fornecido pela dose de 500 m³ ha⁻¹ foi a quantidade (2,86 kg ha⁻¹) que mais se aproximou da extraída (2,72 kg ha⁻¹).

5.7 Experimento 2 - Capim Xaraés

Durante o período de condução do experimento com capim Xaraés, as chuvas foram bem distribuídas apenas nos três primeiros meses, ocorrendo uma interrupção destas durante a condução do experimento, o que prejudicou o quarto e o quinto ciclos de produção da forrageira. Esses dois ciclos tiveram de produzir apenas com a água armazenada no solo e com as duas aplicações de 50 mm dos tratamentos durante o início de cada ciclo. Na Figura 11, constam os índices pluviométricos durante o experimento.

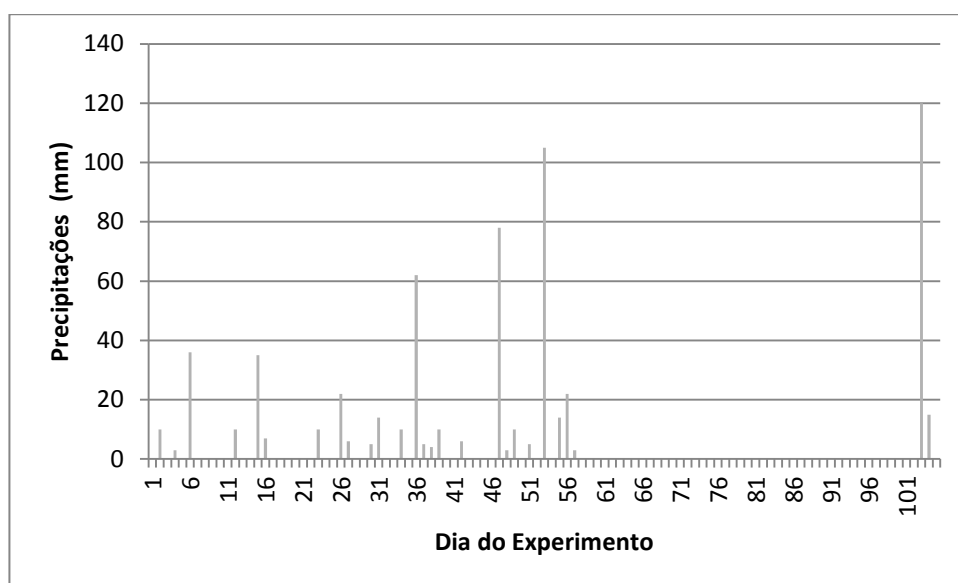


Figura 12. Precipitações ocorridas durante o período do experimento do capim Xaraés.

5.8 Componentes da produção

Todos os componentes da produção avaliados foram influenciados pela aplicação dos tratamentos (Tabela 11). As doses de ARS proporcionaram incrementos lineares nos componentes de produção, exceto para a percentagem de massa seca, que não diferiu entre os tratamentos (Figura 12).

Tabela 11. Capacidade de suporte, produção de massa seca por dia, altura do relvado, densidade, porcentagem de massa seca e produção com o capim Xaraés na fazenda Bonsucesso em Uberlândia, 2013, durante cinco ciclos no período acumulado de 105 dias.

Componentes da Produção	Média	F	CV%
Capacidade de Suporte (UA ha ⁻¹)	6,27	11,99**	13,10
Produção de Massa Seca (kg ha ⁻¹)	14809,55	11,99**	13,10
Densidade (kg ha ⁻¹ cm ⁻¹ de MS)	86,36	6,51**	14,07
Porcentagem de Massa Seca (%)	20,14	2,07 ^{ns}	5,54
Altura do Relvado (cm)	33,57	19,63**	3,41
Produção de MS por dia (kg ha ⁻¹)	141,04	11,99**	13,10

** : significativo de 1. ^{ns} não significativos

O capim Xaraés apresentou maior produção de MS na dose mais elevada, uma média de 20031 kg ha⁻¹, enquanto a testemunha produziu 13860 kg ha⁻¹. Ou seja, um

aumento de 44,5% (Figura 12 a). Rodrigues et al. (2008) ressaltaram a responsividade do capim Xaraés à adubação, principalmente a adubações com altas doses de nitrogênio.

Em experimento conduzido por Alencar (2007) na região Leste do Estado de Minas Gerais, avaliando o desempenho de seis gramíneas forrageiras tropicais sob diferentes lâminas de irrigação e estações do ano, verificou-se que o capim Xaraés apresentou a maior produtividade em relação a outras forrageiras tradicionalmente cultivadas no Brasil.

O aumento da produção está associado ao incremento no adensamento da MS e à elevação da altura do relvado (Figura 12d). Flores et al. (2008) relataram que o capim Xaraés possui vantagens em relação aos outros cultivares de *Brachiaria*, como maior velocidade de rebrota e maior produção de forragem, o que assegura alta capacidade de suporte e maior produtividade por área. A morfologia do cultivar apresenta lâmina foliar larga (2,5 cm) e comprida (60 cm) e em livre crescimento, podendo atingir 1,5 m de altura com essas características de planta de porte alto; em condições nutricionais favoráveis, há tendência de elevação da altura do relvado.

A altura média do Xaraés encontrada nos tratamentos foi de 33cm. Segundo Pedreira et al., (2007) apesar do porte médio de 1,5 m em crescimento livre, as maiores taxas de acúmulo de forragem e estrutura do dossel mais favorável ao pastejo foram obtidas a aproximadamente 30 cm de altura, correspondendo a 95% da interceptação da luz incidente sob pastejo em lotação rotacionada.

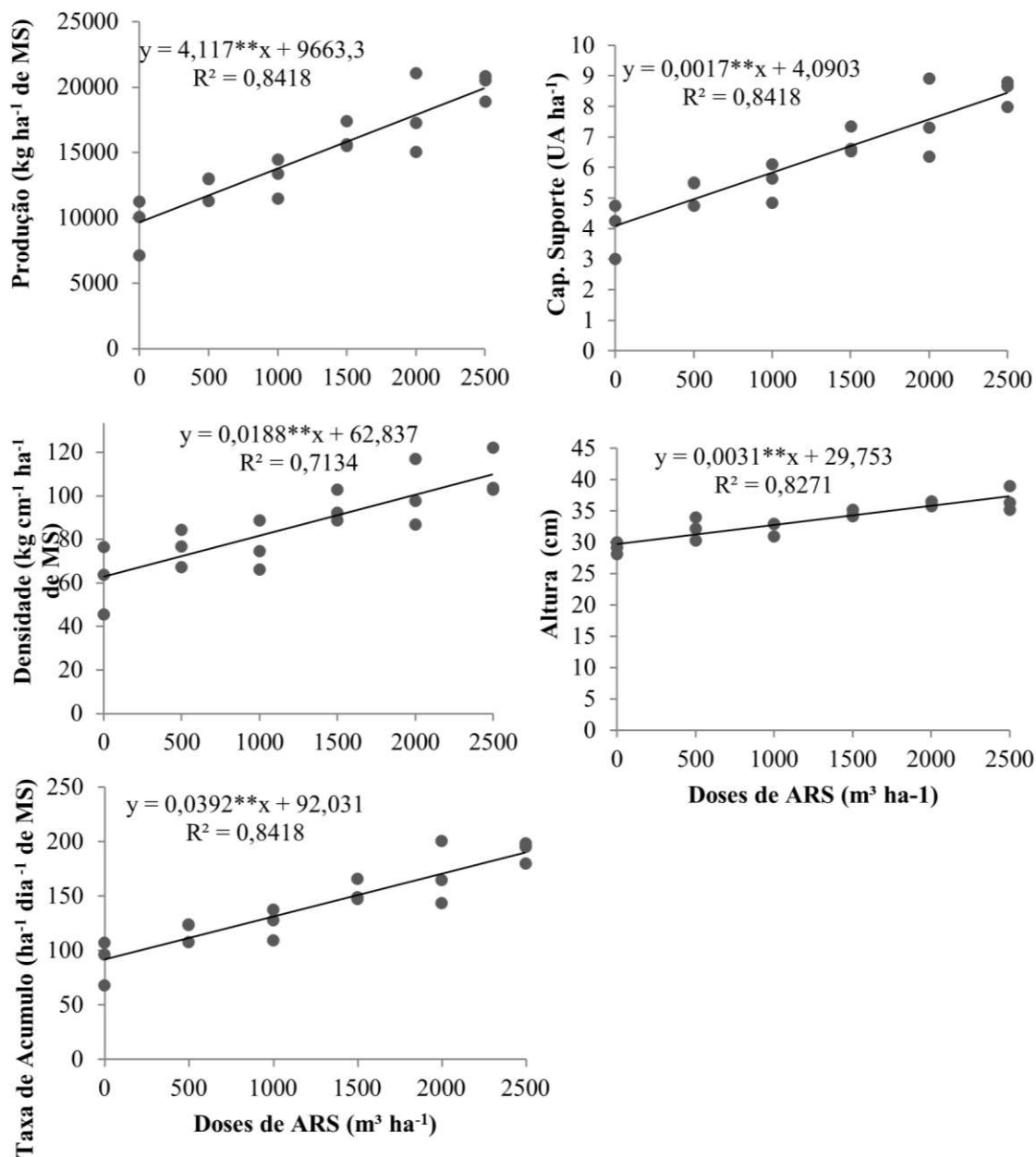


Figura 13. Capacidade de suporte, produção de massa seca por dia, altura do relvado, densidade, porcentagem de massa seca e produção com o capim Xarás.

5.9 Atributos químicos do solo e extração de nutrientes

As doses de ARS não promoveram diferenças significativas nos teores dos nutrientes no solo (Tabela 12) na profundidade de 0-20cm, com exceção do B. Na profundidade de 20-40cm, o Mn foi o único nutriente que diferiu estatisticamente.

Os resultados não significativos demonstram que não há rejeição da hipótese nula do coeficiente igual a zero. Ou seja, não há uma dose que se diferencie das demais em relação aos conteúdos nutricionais analisados no solo. Essa afirmação é importante, pois a baixa alteração dos teores nutricionais indica baixo acúmulo no solo.

Tabela 12. Atributos químicos e teores médios dos nutrientes do solo com aplicação de doses de ARS. fazenda Bonsucesso, Uberlândia 2013.

		P resina	K	S	Ca²⁺	Mg²⁺	SB	H+Al	CTC (pH 7,0)
		..... mg dm ⁻³ .....			..... cmol _c dm ⁻³				
0-20 cm	Médias	29,15	75,11	6,28	0,42	0,32	0,94	2,17	3,11
	F	2,20 ^{ns}	1,48 ^{ns}	1,09 ^{ns}	2,33 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1,68 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,69 ^{ns}
	C.V. %	45,34	24,43	32,08	20,13	29,80	20,09	60,80	38,97
20 - 40 cm	Médias	6,27	58,17	8,56	0,32	0,22	0,69	1,25	2,06
	F	1,9 ^{ns}	2,11 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,62 ^{ns}	1,10 ^{ns}	1,72 ^{ns}	0,49 ^{ns}
	C.V. (%)	50,03	18,24	54,06	22,43	26,83	17,29	23,73	28,52
		pH	M.O.	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		H ₂ O	dag kg ⁻¹	%	..... mg dm ⁻³				
0-20 cm	Médias	5,14	1,18	33,28	0,10	3,07	33,17	8,84	2,87
	F	2,29 ^{ns}	1,84 ^{ns}	0,216 ^{ns}	2,79 ^o	1,45 ^{ns}	1,43 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,74 ^{ns}
	C.V. %	8,68	6,33	44,68	10,40	21,02	21,79	14,78	28,83
20 - 40 cm	Médias	5,18	0,95	35,33	0,08	1,64	18,75	6,89	1,40
	F	4,04 [*]	0,71 ^{ns}	1,64 ^{ns}	1,71 ^{ns}	2,12 ^{ns}	2,02 ^{ns}	3,49 [*]	1,29 ^{ns}
	C.V. %	4,33	8,81	24,59	10,04	22,19	13,35	13,32	46,27

* significativo de 5% de probabilidade . ^{ns} não significativo.

5.10 Teores dos nutrientes foliares

A diferença estatística apontada pela ANOVA (teste F) indica que há, pelo menos, uma diferença significativa entre os tratamentos para os nutrientes N, S, Cu e Zn. Desse modo, a aplicação de diferentes doses de ARS influencia nos teores dos nutrientes (Tabela 13).

Tabela 13 – Teores foliares médios do Xaraés fertirrigado com ARS.

	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	.....g kg ⁻¹ .....						.....mg kg ⁻¹				
Med.	20,14	2,67	32,21	1,03	3,04	3,86	13,08	10,06	219,73	179,24	53,34
F	2,93 ^o	1,16 ^{ns}	0,57 ^{ns}	3,27 ^o	0,54 ^{ns}	1,79 ^{ns}	0,55 ^{ns}	5,33 [*]	0,40 ^{ns}	2,01 ^{ns}	5,68 ^{**}
C.V. %	6,43	7,17	4,66	5,72	9,23	11,86	12,40	26,87	25,34	26,88	18,52

**, * e ^o : significativos de 1,5 e 10 % de probabilidade, respectivamente. ^{ns} não significativo.

Primavesi (2006) analisou os teores dos nutrientes extraídos pelo capim *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. aplicando diferentes doses de ureia. Os valores encontrados para os macronutrientes em g kg⁻¹ foram: K 29; N19; Ca 5,1; Mg 3,9; P 3,1; S 1,4; e os valores para os micronutrientes em mg kg⁻¹ foram: Fe 208; Mn 67; Zn

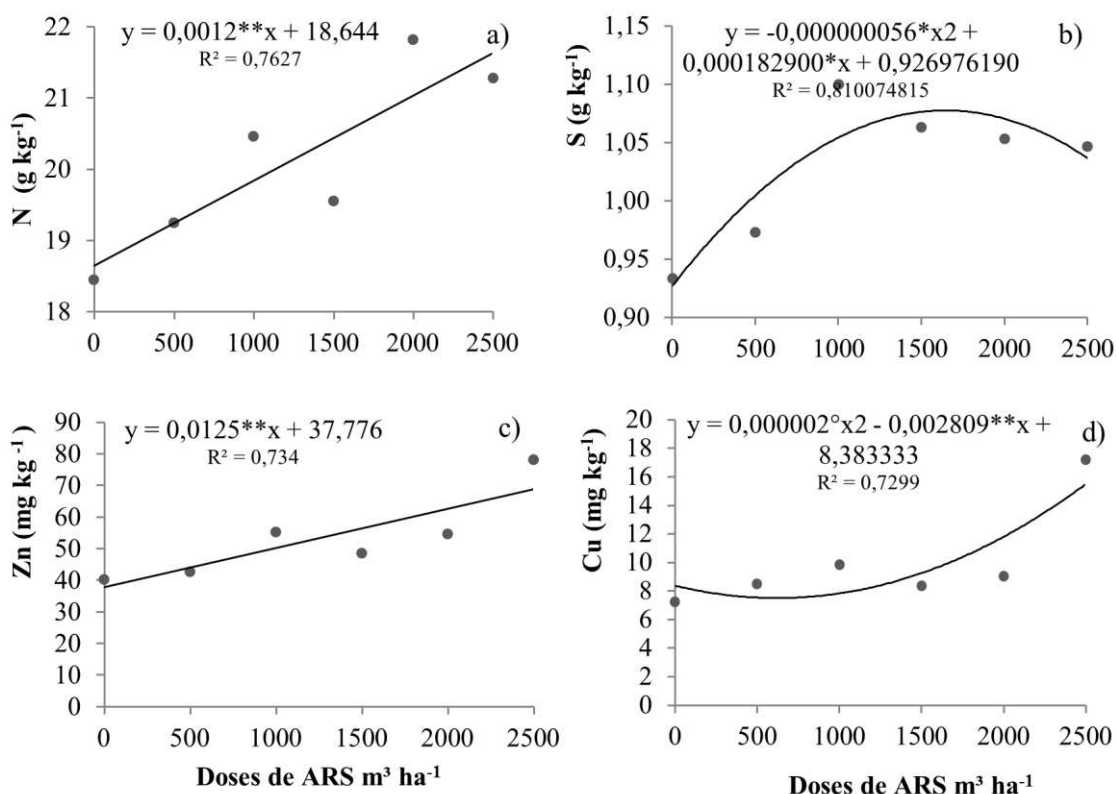
32; Cu 7. Os valores foram semelhantes aos extraídos pela cultivar Xaraés e a ordem decrescente alterou somente o Mg pelo Ca. Outra informação importante confirmada com os dois experimentos é a quantidade extraída de K, demonstrando que esse nutriente é o que mais foi absorvido pela *Brachiaria brizantha*.

De acordo com McDowell (1999), o requerimento de ferro estimado para ruminante adulto encontra-se entre 30 a 60 mg kg⁻¹. Para bezerros, tal requerimento é de 100 mg kg⁻¹, revelando que o grau de exigência para o animal jovem é maior do que para o adulto. A *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés atende a essa exigência. Já a média do experimento, foi de 219,73 mg kg⁻¹. A concentração de Fe apresentou valores superiores ao requerido pelos animais. Porém, abaixo do nível considerado tóxico, que é de 1000 mg kg⁻¹.

Shu et al. (2002) observaram em *Cynodon dactylon*, em solo com alto teor de zinco (7 mg kg⁻¹, em DTPA), que o alto teor do nutriente na parte aérea (688 mg kg⁻¹) e na raiz (1015 mg kg⁻¹) não foi suficiente para o surgimento de sintomas de toxicidade, o que indica alta tolerância da planta ao elemento.

Por outro lado, para o capim-xaraés, os altos teores de zinco na parte aérea (495,66 e 471,35 mg kg⁻¹) no primeiro e no segundo corte, respectivamente, refletiram sintomas de toxicidade, revelando que esse capim é menos tolerante a altas doses de zinco quando comparado ao *Cynodon dactylon*. Isso provavelmente ocorreu porque o gênero *Cynodon* é mais exigente em nutrientes. E, conseqüentemente, mais tolerante em comparação às gramíneas do gênero *Brachiaria*.

O Zn e o N apresentaram um comportamento linear em relação às doses de ARS. Enquanto o S-SO₄ e o Cu exibiram um comportamento quadrático. As variações dos teores foliares do N, do S, do Cu e do Zn podem ser vistas na Figura 13.



**, * e ° : significativos de 1 ,5 e 10 % de probabilidade, respectivamente.

Figura 14 – Teores foliares encontrados na massa seca de N, de S, de Zn e de Cu no capim Xaraés, fazenda Bonsucesso, em cinco ciclos, totalizando 105 dias.

5.11 Extração de nutrientes pela massa seca

As extrações dos nutrientes pela massa seca foram elevadas, demonstrando que a forrageira Xaraés possui alta capacidade de extração de nutrientes (Tabela 14).

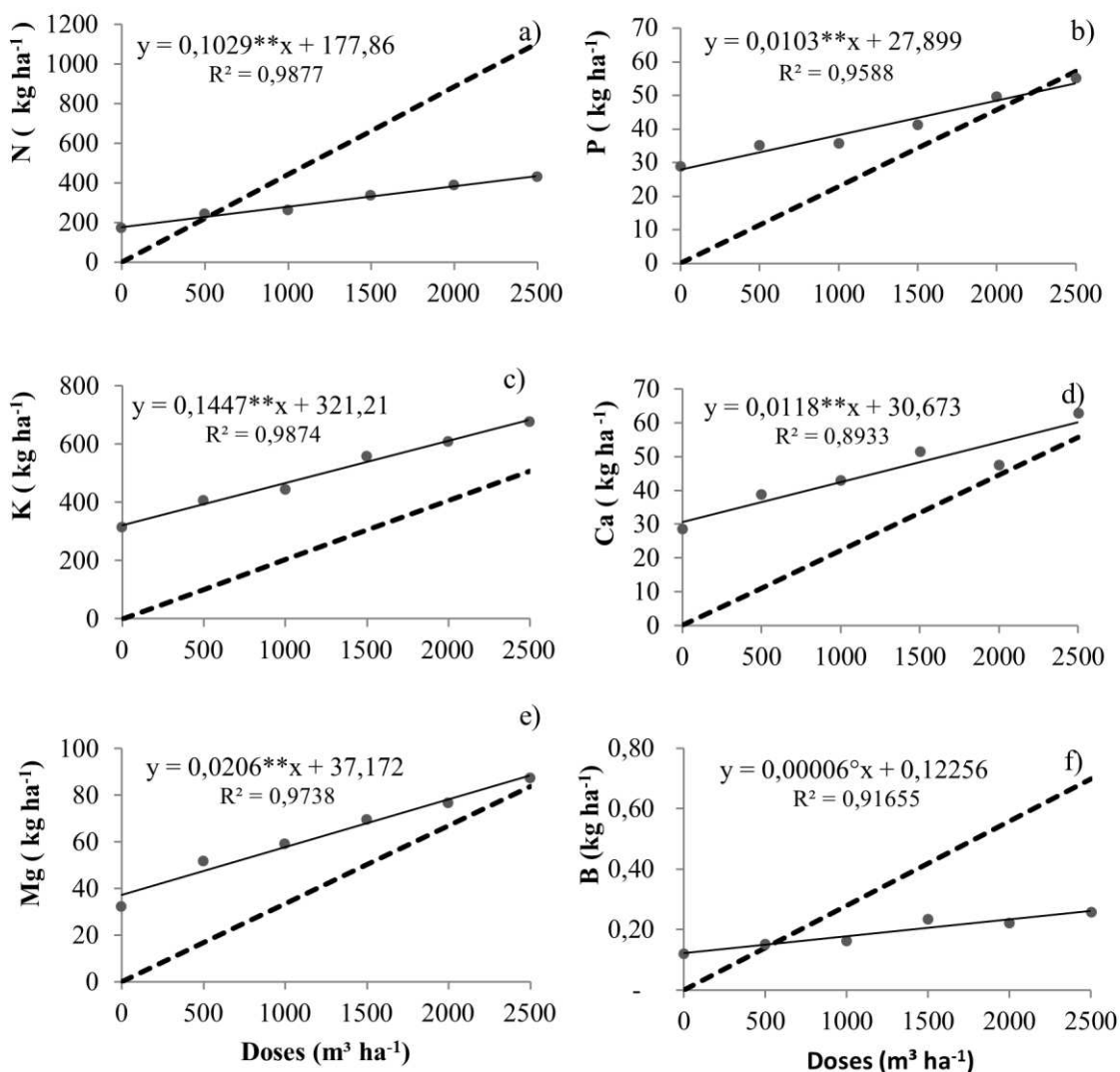
Tabela 14 Médias dos teores extraídos de cada nutriente, os valores de F da ANOVA e os coeficientes de variação do Tifton 85 fertirrigado com ARS.

	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
.....kg ha ⁻¹											
Méd.	306,52	40,81	502,11	14,52	45,37	62,96	0,19	0,16	3,19	3,00	0,85
F	14,54**	11,81**	15,99**	22,03**	25,53**	9,54**	3,29°	9,51**	1,94	10,74**	22,45**
C.V. %	14,30	12,18	11,67	10,18	8,69	17,33	26,31	31,37	33,26	27,52	17,53

** significativos de 1 % de probabilidade.

O potássio foi o nutriente mais extraído pela forrageira (Figura 14), resultado semelhante ao encontrado por Primavesi et al. (2006) em um experimento com capim-Marandú (*Brachiaria brizantha*), em que foram aplicados 420 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O e

800 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N (parcelado em 4 aplicações). A produção alcançada foi de 12.328 kg ha⁻¹ de MS, extraindo 282 kg ha⁻¹ de N e a 429 kg ha⁻¹ de K.



** e ° : significativos de 1 e 10 % de probabilidade, respectivamente. A linha pontilhada refere-se à adição dos nutrientes no solo e a linha contínua à extração pela forrageira.

Figura 15. Extração dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e B pela massa seca, durante os 105 dias de condição do experimento na fazenda Bonsucesso, 2013.

Na dose de 500 m³ ha⁻¹, forneceu-se a quantidade de 221,25 Kg ha⁻¹ de nitrogênio e o extraído pela forrageira foi 246,85 Kg ha⁻¹. Nos outros tratamentos, as quantidades de N aplicadas pela ARS foram superiores às quantidades extraídas. O aumento da dose de nitrogênio, conforme relataram Primavesi et al. (2004), diminui a porcentagem de nitrogênio recuperado.

Para o P, apenas no tratamento de 2500 m³ ha⁻¹ a aplicação foi maior que a extração (Figura 14 b). A absorção de P pelas forrageiras é menor do que a quantidade adicionada via ARS, sendo as taxas de aplicação desta muitas vezes baseadas na exigência de N extraída por ano. Uma vez que a relação de absorção (N : P) pelas plantas para a maioria das culturas é de aproximadamente (4-6:01).

A quantidade de Boro fornecido na dose de 500 m³ ha⁻¹ (140 gramas) foi a que mais se aproximou da extração pela planta, por meio da produção de massa seca de 150 gramas. A inclinação da reta da extração é pequena. Na maior dose, a extração foi de apenas 260 gramas (Figura 14f).

A reposição dos nutrientes K, Ca e Mg pela ARS foi inferior em todas as doses aplicadas, sendo necessária a utilização de outras fontes para essa reposição.

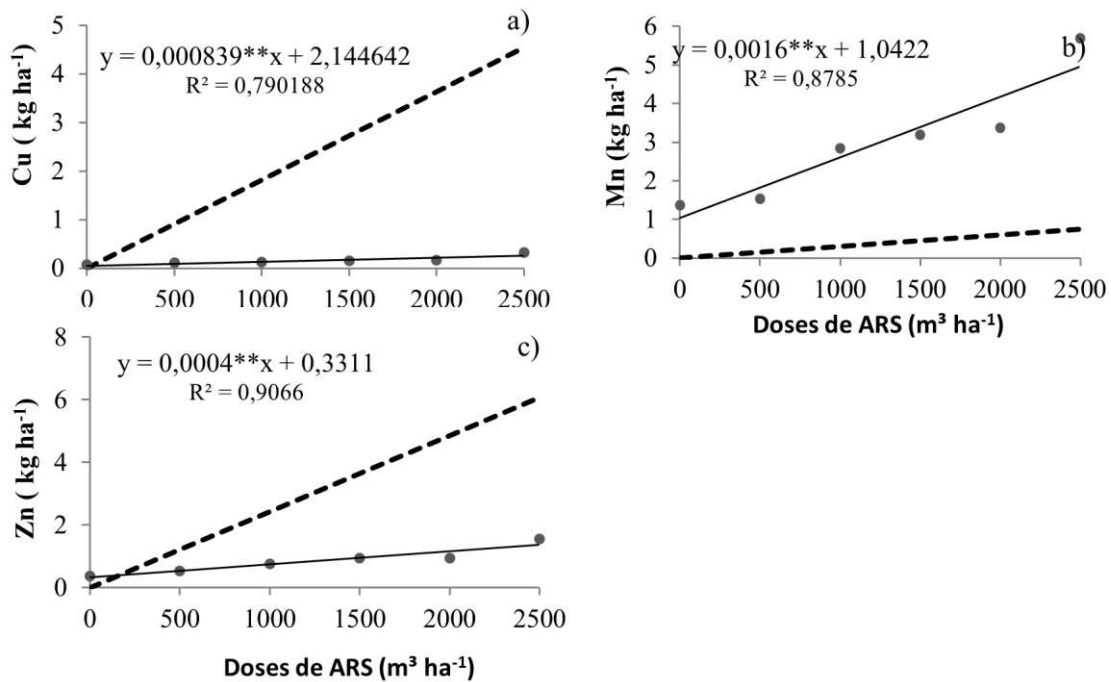
Queiroz et al. (2004) avaliaram o efeito da ARS em aplicação intensiva, por um período de quatro meses, pelo método de escoamento superficial nas características químicas de um argissolo vermelho-amarelo cultivado com *Cynodon dactylon* ((L.) Pers.) E concluíram que as concentrações de Mg no solo diminuíram.

A extração crescente de Mg nesse experimento é superior à quantidade fornecida pelas doses de ARS. A adição de corretivos como o calcário é fonte necessária para o equilíbrio nutricional do solo. Camargo et al. (2011) também comprovaram uma redução linear nos teores de magnésio na massa seca da parte aérea, em razão das doses crescentes de esterco, concluindo que os teores de Mg no percolado não foram influenciados significativamente pela aplicação de ARS.

O Mn necessita de outra fonte de fertilizante, pois a ARS não fornece a quantidade extraída pela forrageira em nenhuma das doses testadas (Figura 15 b).

Santos et. al. (2009) estudaram o nível crítico tóxico de zinco da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés em casa de vegetação com o solo latossolo vermelho distrófico, utilizando seis doses de zinco. Foram realizados dois cortes no capim. O primeiro, 40 dias após a emergência, e o segundo, 35 dias após o primeiro. Foram avaliados o crescimento, a produção de massa seca e o estado nutricional. A aplicação de zinco promoveu redução nas características produtivas. As concentrações de zinco variaram de forma quadrática, sendo que, para o primeiro e segundo crescimentos, o nível crítico tóxico foi de 161,6 e 177,0 mg kg⁻¹, respectivamente.

De acordo com esse experimento, a dose de 2500 m³ levaria mais de 30 anos para alcançar o nível crítico. Vale ressaltar que a ARS utilizada no experimento passou por um processo de biodigestão e de decantação.



** significativo a 1% de probabilidade. A linha pontilhada refere-se à adição do nutrientes no solo e a linha contínua à extração pela forrageira.

Figura 16. Extração dos micronutrientes Cu, Mn e Zn pela massa seca, acumulada em cinco ciclos, durante um período de 105 dias.

6 CONCLUSÕES

- Os dois experimentos, conduzidos em 105 dias divididos em cinco ciclos, comprovaram que a aplicação de ARS é viável para os capins com aumento linear da produção de massa seca, de altura e de lotação em relação às doses aplicadas.
- Para o Tifton 85, apenas a porcentagem da massa seca foi reduzida com o aumento das doses;
- O fornecimento de ARS não restituiu as quantidades de cálcio, de magnésio e de manganês extraídas pelas forrageiras;
- Considerando o nitrogênio como o nutriente de referência, a dose de 500 m³ ha⁻¹ da ARS é a mais indicada para os dois capins;
- O potássio foi o nutriente mais extraído pelo Xaraés, superando o nitrogênio em 61%;
- O Tifton 85 e o Xaraés são indicados para manejos intensivos de produção de forragem com utilização de ARS pela alta capacidade de produção massa seca e pela alta extração de nutrientes;
- As doses aplicadas não causaram toxidade nos capins nem elevados acúmulos de nutrientes no solo;
- Os teores dos macronutrientes encontrados para o capim Tifton 85 fertirrigado com ARS foram de: N 22,62; K 21,28; Ca 4,18; P 3,12; Mg 2,66; S 1,69 g kg⁻¹. Para os micronutrientes, os valores são de: Mn 242; Fe 151; Zn 144; B 18,11; 11,19 mg kg⁻¹;
- Os teores dos macronutrientes encontrados para o capim Xaraés fertirrigado com ARS foram de: K 32,21; N 20,14; Mg 3,86; Ca 3,04; P 2,67; S 1,03 g Kg⁻¹. Para os micronutrientes, os valores são de: Fe 219,73; Mn 179,24; Zn 53,34; B 13,08; 10,06 mg kg⁻¹.

7 REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P. A. **O MANEJO DO PASTEJO**: Curso de Pós-Graduação “lato sensu” em Manejo da Pastagem. Uberaba: FAZU, 2009. 81 p.

AGUIAR, A. P. A.; DRUMOND, L. C. D.; FELIPINI, T. M.; PONTES, P. O.; SILVA, A. M. Capacidade de suporte de pastagens dos capins Mombaça, Tanzânia e Tifton 85 submetidas a manejo intensivo de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. p.271-275.

AGUIAR, A. P. A et al. Características de crescimento de uma pastagem de capim Tifton 85 irrigada e manejada intensivamente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais ...** João Pessoa: SBZ, 2006.

AGUIAR, A. P. A. **Planejamento alimentar em sistemas de pastejo**. 2009. 90 p. Apostila apresentada no módulo 7 do Curso de Pós Graduação em Nutrição e Alimentação de Ruminantes – Uberaba, 2009b.

AGUIAR, A. de P. A. et al. Parâmetros de crescimento de uma pastagem de Tifton 85 (“*Cynodon dactylon*” x “*Cynodon nlemfuensis*” cv. TIFTON 68) irrigada e submetida ao manejo intensivo do pastejo. **Fazu Em Revista**, Uberaba, n. 3, p.25-28, 2006. Disponível em: <<http://www.fazu.br/ojs/index.php/fazuemrevista/article/view/90/84>>. Acesso em: 30 Setembro de 2013.

ALBUQUERQUE, A. L.; WEYDMANN, C. L. . Avaliação da regulação ambiental para suinocultura: comparação entre os principais estados produtores. In: **I Encontro de Economia Catarinense**, 2007, Rio do SUL. I Encontro de Economia Catarinense, 2007.

ALENCAR, C.A.B. **Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na região Leste de Minas Gerais**. 2007. 121f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

ANDRADE A. S. et al. Crescimento e composição bromatológica de Tifton 85 e Vaquero em pastagens fertirrigadas. **Gl. Sci. Technol.** Rio Verde, v. 05, n. 02, p. 56 – 68, mai/ago. 2012.

ANDRADE, A.S.; DRUMOND, L.C.D.. **Adubação de pastagem irrigadas: princípios e recomendações**. Cerrado Agrociências, v.3 p.21-34, 2012.

ATHAYDE, A. A. R. et al. **Gramíneas do gênero Cynodon cultivares recentes no Brasil**: BOLETIM TÉCNICO. 73. ed. Lavras: Gráfica/UFLA, 2006. p. 14.

ASSMANN, A.P.; SANTOS, I. dos; ASSMANN, J.M.; BRAIDA, J.A.; MALAGI, G. Efeito de doses crescentes de esterco líquido de suínos na intensidade de antracnose e produtividade de soja. **Synergismus scyentifica** UTFPR, Pato Branco, v.1, n.1-4, p.1-778, 2006.

BEGHIN, J.; METCALFE, M. **Environmental regulation and competitiveness in the hog industry an international perspective**. Iowa: ISU, 1998. 53p.

BEST, P. Antimicrobials as feed additives. **Pig International**, v. 27, p. 19-20, 1997.

BLEVINS, R.L.; SMITH, M.S. & FRYE, W.W. Changes in soil properties after 10 years of no-tillage and conservation tilled corn. **Soil Till. Res.**, 3:135-146, 1983.

Bouwer, H. Groundwater problems caused by irrigation with sewage effluent. **Journal of Environmental Health**, v.63, p.17-20. 2000.

BUTTERS, B.; CHENERY, E. M. A rapid method for the determination of total sulfur in soils and plants. **Analyst**, Cambridge, v. 84, p. 239-245, 1959.

CAMARGO, S. C. et al. Efeito da aplicação de dejetos de suínos na concentração de minerais na parte aérea de capins Tifton 85. **Scientia Agrária Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 10, n. 2, p.51-62, 2011.

CAMPOS, J. R. **Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo**. ABES. 466p. Rio de Janeiro, 1999.

Ceretta, C. A.; Durigon, R.; Basso, C. J.; Barcellos, L. A. R.; Vieira, F. C. B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.729-735, 2003.

CHAPMAN, H. D.; PRATT, P. F. **Method of analysis for soils, plants and waters**. Berkeley: Agriculture Publishing Office. 1961. 309p.

CHRISTOFÍDIS, D. **Água: gênese, gênero e sustentabilidade alimentar no Brasil**. Gender and Water Alliance – GWA. Brasília: 2006, p.18.

COMMISSION DECISION. Concerning a request for derogation under point 2(b) of annex III to and Article 9 of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of water against pollution caused by nitrates from agricultural sources. **Official Journal of the European Union**, Brussels, L. 94, p. 34-36, 2005a.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS(CFSEMG), **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação** – Belo Horizonte: EPAMIG, 1999, p.180.

CORRÊA, L. de A. Pastejo rotacionado para produção de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1., 2000, Lavras. **Temas em evidência**. Lavras: UFLA, 2000. p. 149-177.

DRUMOND, L. C. D. ; AGUIAR, A. P. A. **Irrigação de Pastagem**. 01. ed. Uberaba(MG): L.C.D.Drumond, 2005. v. 01. p. 210.

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. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n.2, p.426-433, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Xaraés: *Brachiaria brizantha***. Campo Grande, 2004. 6 p. Folder.

FERNANDES, A. J.; PALARETTI, L. F.; MANTOVANI, E. C. **Erros básicos em projetos de irrigação**, Boletim técnico; n. 5, Uberaba: UNIUBE, 2005. p. 22-25.

FISKE, S. 1952. The colorimetric determination of phosphorus. **The Journal of Biological Chemistry**, Rockville, v. 66, p. 375-400, 1952.

FLORES, R. S.; EUCLIDES, V. P. B.; ABRÃO, M. P. C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 8, p. 1355-1365, 2008.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252p.

GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção**. Brasília: IICA/EMPBRAPA-CNPGL, 1986. 197p. (IICA, Série publicações Miscelâneas, 634).

GIROTTI, E. **Cobre e zinco no solo sob uso intensivo de dejetos líquidos de suínos**. 2007. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria.

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

GUILHERME, L. R. G.; VALE, F. R.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade de nutrientes**. Lavras: ESAL: FAEPE, 171 p. 1995.

HEATHWAITE, L.; SHARPLEY, A.; GBUREK, W. A conceptual approach for integrating phosphorus and nitrogen management at watershed scales. **Journal Environmental Quality**. v.29, p.158-166, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Comunicação Social** 27 de março de 2013. Brasília, 2013. Disponível em <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2346>>. Acesso em: 21 Maio 2013.

JONGBLOED, A. W.; POULSEN, H. D.; DOURMAD, J. Y.; van der PEET-SCHWERING, C.M.C. Environmental and legislative of pig production in The

Netherlands, France and Denmark. **Livestock Production Science**, v. 58, n. 3, p. 243-249, 1999.

JARQUE, C.M.; BERA, A.K. Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. **Economics Letters**, 6: 255-259, 1980.

KONZEN, E. A. **Manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 1983. 32p. (Circular técnica, 6).

KUNZ, A. **Uma abordagem para a questão do nitrogênio e maus odores em dejetos suínos**. In: Coletânea de Seminários 2002. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p. 98, 2002. (Embrapa Suínos e Aves. Documento, 82).

LIMA, I. A. V., MIYADA, V. S., Cobre orgânico e inorgânico como promotor crescimento de leitões recém - desmamados. **Reunião Brasileira de Zootecnia**, v.32, n. 6, p. 1657-1662, 2003 (Supl. 1).

LIU-FUHAN; MITCHELL, C. C.; ODOM, J. W.; HILL, D. T.; ROCHESTER, E. W. Swine lagoon effluent disposal by overland flow: effects on forage production and uptake of nitrogen and phosphorus. **Agronomy Journal**, v. 89, n. 6, p. 900-904, 1997.

LOPES, A.S. Micronutrientes: Filosofias de aplicação e eficiência agrônômica – São Paulo: **ANDA**, 1999. Boletim Técnico N°8. 58p.

LUPATINI, G.C., Hernandez, F.B.T. **Irrigando pastagens para melhor produção**. Ilha Solteira, 2006. Disponível em < http://www.agr.feis.unesp.br/gl_ft_jan2006>. Acesso em : 21 Setembro 2013.

MAGGI, C. F; FREITAS, P. S. L; SAMPAIO, S. C.; DIETER, J. Lixiviação de nutrientes em solo cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** [online]. 2011, vol.15, n.2, p. 170-177.

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

MATTIAS, J. L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. 2006. 165 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

McDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**. 3. ed. Florida: University of Florida, 1999. 89 p.

McDOWELL, L.L. & McGREGOR, C.K. Plant nutrient losses in runoff from conservation tillage corn. **Soil Tillage Research**. v.4, p.79-91, 1984.

MOREIRA, F.M.S., SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 626 p, 2003.

NEWTON G.L., BERNARD J.K., HUBBARD R.K., ALLISON J.R., LOWRANCE R.R., GASCHO G.J., GATES R.N. and VELLIDIS G. Managing manure nutrients through multi-crop forage production. **Journal of Dairy Science**, 86, 2243–2252. 2003.

OLIVEIRA, P. A V. de. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. EMBRAPA-CNPSA, Documentos, 27, 1993.188 p.

ORRICO JUNIOR, M. A. P. **Biodigestão anaeróbia e compostagem de dejetos de suínos, com e sem separação de sólidos**. 2007. 93 f. Tese (Mestrado) - UNESP, Jaboticabal, 2007.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.281-287, 2007.

PERDOMO, C. C; CAZARRÉ, M. **Sistema Dalquim de tratamento de resíduos animais**. Embrapa Suínos e Aves, 2001.

PINTO, C. P. **Tecnologia da digestão anaeróbia da vinhaça e desenvolvimento sustentável**. 1999. 162f. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energético)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A.G.; FREITAS, A.R.; VIVALDI, L.J. Adubação nitrogenada em capim-coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n.1, p.68-78, 2004.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; SILVA, A.G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em razão de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.3, p.562-568, 2006.

QUEIROZ, F.M., MATOS, A.T., PEREIRA, O.G., OLIVEIRA, R.A. Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, 34(5):1487-1492, 2004.

RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P. H. C; HERLING, V. R. Produção de massa seca, relação folha/ colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 394-400, 2008

SANTOS, T.M.; FARIA, A.F.G.; AVALHÃES, C.C.; PRADO, R.M. Produção de biomassa e nível crítico tóxico do capim-xaraés em função da aplicação de zinco. **Boletim da Indústria Animal**, v.66, p.53-60, 2009.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; SCHERER, C. V.; ELWANGER, M. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: cultivar Tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 1940-1946, 2008.

SCHERER, E.E. **Aproveitamento do Esterco de Suínos como Fertilizante**. Epagri, v.1, p.91-101, 2001.

SEGANFREDO, M. A. Aplicação do princípio do balanço de nutrientes, no planejamento do uso de dejetos de animais para adubação orgânica. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves. **Comunicado Técnico**, Concordia Sc, n. , p.1-5, nov. 2001. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/cot291.pdf. Acesso: 08 outubro de 2013.

SERAFIM, R. S.; **Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com água residuária de suinocultura**. 2010. 96f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2010

SETA, A.K.; BLEVINS, R.L.; FRYE, W.W. & BARFIELD, B.J. Reducing soil erosion and agricultural chemical losses with conservation tillage. **J. Environ. Qual.**, 22:661-665, 1993.

SHARPE R.R. and HARPER L.A. Nitrous oxide and ammonia fluxes in a soybean field irrigated with swine effluent. **Journal of Environmental Quality**, 31, 524–532. 2002.

SHARPLEY, A.; DANIEL, T.C.; SIMS, J.T. & POTE, D.H. Determining environmentally sound soil phosphorus levels. **Journal Soil Water Conservation**. v.51, p.160-166, 1996.

SHARPLEY, A.N. & HALVORSON, D.A. The management of soil phosphorus availability and its impact on surface water quality. In: LAL, R. & STEWART, B.A.(Ed) **Soil Processes and Water Quality**. Madison. p.7-89, 1994.

SILVA, A. A.; REZENDE, V. O.; LANA, R. M. Q. Propriedade Bonsucesso no Triângulo Mineira: Sua importância no aproveitamento de resíduos orgânicos e manejo de pastagens irrigadas. In: **I Simpósio Internacional em Sistemas Agroflorestais**. Uberlândia: UFU, 2012. Cap. 8, p. 127-145.

SILVA, F.C. Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: Silva, F.C. (org.) **Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes**, Brasília: EMBRAPA, 1999. P.67

SHU, W.S. et al. Lead, zinc and copper accumulation and tolerance in populations of *Paspalum distichum* and *Cynodon dactylon*. **Environment Pollution**, v.130, p.445-453, 2002.

SOUTO, P.C.J.; SOUTO, S.; SANTOS, R.V. et al. Decomposição de esterco disposto em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.125-130, 2005.

Trevisanuto C, Gelci CC, Lupatini C, Meirelles PRL, Videschi RA. Produção de forragem de cultivares de *Brachiaria brizantha*: Marandu, Xaraés e Piatã. In: **Anais do Congresso de Iniciação Científica da Unesp**; 2009, São José do Rio Preto. São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista; 2009.

VIELMO, H. **Dejeto líquido de suínos na adubação de pastagem de Tifton 85**. Curitiba: UFPR, 2008. 125p. Tese Doutorado

VIETOR, D.M.; PROVIN, T.L.; WHITE, R.H.; MUNSTER, C.L. Runoff losses of phosphorus and nitrogen imported in sod or composted manure for turf establishment. **Journal Environmental Quality**. v. 33, p.358-366, 2004.

VOERMANS, J. A. M.; VERDOES, N.; HARTOG, L. A. Environmental impact of pig farming. **Pig News and information**, Research Institute for Pig Husbandry, Rosmalen, Netherlands, v. 15, n. 2, p.51-54, 1994.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. et al. 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**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 263-273 (Boletim Técnico, 100).

WHITEHEAD, D. C. **Nutrient elements in grasslands**: soil-plant-animal relationships. Wallingford: CAB International, 369p. 2000.

WHITEHEAD, D.C. Volatilization of ammonia. In: WHITEHEAD, D.C. (Ed.). Grassland nitrogen. Wallingford: **CAB International**, p. 152-179.1995.

WOODARD K.R., FRENCH E.C., SWEAT L.A., GRAETZ D.A., SOLLENBERGER L.E., MACOON B., PORTIER K.M., WADE B.L., RYMPH S.J., PRINE G.M. and VAN HORN H.H. Nitrogen removal and nitrate leaching for forage systems receiving dairy effluent. **Journal of Environmental Quality**, 31, 1980–1992. 2002.