

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA *BRACHIARIA*
BRIZANTHA CV MARANDU ADUBADA COM ÁGUA
RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA**

Renata Soares Serafim
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL
Julho de 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA *BRACHIARIA*
BRIZANTHA CV MARANDU ADUBADA COM ÁGUA
RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA**

Renata Soares Serafim

Orientador: Prof. Dr. João Antonio Galbiatti

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Julho de 2010

Sp Serafim, Renata Soares
 Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* cv.
Marandu adubada com água residuária de suinocultura / Renata
Soares Serafim. – – Jaboticabal, 2010
 xiii, 96 f. ; 28 cm

 Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010

 Orientador: Prof. Dr. João Antonio Galbiatti

 Banca examinadora: Jorge de Lucas Junior, Leonardo de Oliveira
Fernandes, Luís César Drumond, Rouverson Pereira da Silva

 Bibliografia

 1. Biofertilizante. 2. Composição bromatológica. 3. Produtividade.
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.531:634.0

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

RENATA SOARES SERAFIM - filha de Ivanete Soares da Silva e Antonio Serafim Filho, nascida em 08 de outubro de 1974, natural de Atibaia, estado de São Paulo. Em julho de 1.999 graduou-se em Zootecnia pelas Faculdades Associadas de Uberaba – FAZU, e em setembro do mesmo ano iniciou suas atividades no Laboratório de Bromatologia da mesma instituição. Em fevereiro de 2.001 ingressou no curso de Pós-Graduação *“lato sensu”* em Educação Ambiental, nas Faculdades Associadas de Uberaba – FAZU. Em março de 2.002 ingressou no Mestrado no curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – Unesp – campus de Jaboticabal. Em agosto de 2005 assumiu a disciplina de Bromatologia e Nutrição Básica, e em fevereiro de 2007 assumiu a disciplina de Cunicultura e Chinchilocultura, ambas pertencentes ao curso de Zootecnia da FAZU. Ministrou aulas nos cursos de Pós-Graduação *lato senso* em: Gestão de resíduos (CESUBE) nos anos de 2007 e 2008; Nutrição e alimentação de ruminantes (FAZU) em 2008 e 2009; Geração de energia (FAZU) e Engenharia bioenergética (UNIMINAS) em 2009. Em 2010 concluiu seu curso de Doutorado.

"Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo,
qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim".

Emmanuel

(Francisco Cândido Xavier)

*Aos meus amados pais, Antonio Serafim Filho e Ivanete Soares da Silva,
Às minhas amadas irmãs, Adriana de Cássia Serafim Gomes e Roberta
Soares da Silva,*

*Aos meus cunhados, Adilson José Gomes e Ronaldo Francisco Alves,
À minha afilhada e sobrinha Laila Serafim Hermógenes,*

In memoriam

Aos meus avós, maternos e paternos, que sempre estiveram comigo...

Dedico

Agradecimentos

Pelo caminho em que passei, muitos foram importantes, pessoas inesquecíveis que agora fazem parte da minha história e ajudaram a redigir mais um capítulo da minha vida.

Compartilho com todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, com a construção desta tese, desde a implantação do experimento no campo até a finalização da mesma. Neste momento, é gratificante poder registrar os mais sinceros agradecimentos a todos aqueles que ajudaram com incentivo, vibrações positivas, preces, compreensão e esclarecimentos técnicos.

Agradeço,

À Deus, primeiramente, pela dádiva da vida e pela oportunidade concedida para aprender, para me fortalecer e superar as dificuldades.

À minha família, tesouro único e abençoado. Pelo apoio dado durante todos estes anos de idas e vindas, por tanta generosidade, bondade, desprendimento e amor. Em especial aos meus pais, por nunca terem medido esforços para estar ao meu lado em todos os momentos desta jornada, e contribuído para que eu e minhas irmãs tivéssemos bons estudos desde pequenas.

À pequena Laila, que em sua sabedoria infantil, sempre esteve ao meu lado auxiliando-me com seu precioso apoio e amor incondicional.

À Universidade Estadual Paulista, instituição responsável pelo aprimoramento dos meus conhecimentos, pela oportunidade da realização do curso.

Às Faculdades Associadas de Uberaba, pela minha formação e oportunidade para a realização do curso de doutorado. À Diretora Geral das Faculdades Associadas de Uberaba (FAZU), Dionir Dias de Oliveira Andrade, ao Diretor Financeiro Fábio de Melo Borges e ao Professor Mestre Alexandre Lúcio Bizinoto, pelo incentivo e apoio dado a esta pesquisa, viabilizando a realização das análises bromatológicas no Laboratório de Nutrição Animal da FAZU.

À técnica do Laboratório de Nutrição Animal da Fazu e estimada amiga Marta Aparecida Tovo Santos pelo apoio, empenho e dedicação. Jamais esquecerei sua amizade sincera, companheirismo e compreensão em todos os momentos.

Ao amigo do Laboratório de Solos da FAZU, Marco Antonio Simões Borges pela amizade e esclarecimentos técnicos prestados.

Ao Prof. Dr. João Antonio Galbiatti, pela orientação, amizade e oportunidades dadas durante o curso.

Aos Professores membros da banca examinadora de qualificação e de defesa Prof^a. Dra. Adriane de Andrade Silva, Prof. Dr. Jorge de Lucas Junior, Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Fernandes, Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva, Prof. Dr. Luís César Drumond.

Ao Prof. Dr. Jovair Libério Cunha pelo auxílio, apoio e amizade na execução desta pesquisa.

Aos amigos e professores do IFET de Uberaba, Renato Farias do Vale Júnior, Humberto Góis Cândido, Adelar José Fabian, Othon Carlos da Cruz e à Prof^a Doutoranda Mônica (UNIUBE), pelas caronas concedidas, amizade e companheirismo.

Ao Professor Mestre José Antônio Bessa pelo decisivo apoio à operacionalização dos trabalhos no campo experimental.

Ao Sr. João de Oliveira Alves pela dedicação, responsabilidade e amizade demonstrados durante toda a condução do presente trabalho.

Ao aluno monitor José Ferreira Junior do Curso Superior em Tecnologia de Irrigação e Drenagem e a aluna monitora Amanda Rosa Custódio de Oliveira pelo auxílio na condução do experimento e coleta dos dados.

Aos amigos Rouverson e Raquel, Ana Carolina Amorim Orrico e Adriane de Andrade Silva pelas diversas vezes que me hospedaram em suas casas, com boa vontade, carinho e consideração. A todos, o meu sincero agradecimento!!!

Ao Professor Especialista e amigo Adilson de Paula Almeida Aguiar pelos valiosos esclarecimentos e paciência na discussão dos resultados.

À estimada amiga Prof.^a Dra. Juliana Jorge Paschoal pela ajuda nas análises estatísticas.

À amiga Cecília Jacira Moura pela amizade, apoio, incentivo em todos os momentos.

Aos amigos do “Caminheiros do Amor”, Musa, Luís Ernesto, Arif, Sr. Miguel, Maurícia, Darci, Fernanda, dentre tantos outros pelas preces e vibrações edificantes.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

RESUMO

v

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Quantificação e reciclagem dos dejetos de suínos.....	3
2.2 Características botânicas da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	6
2.3 Manejo da pastagem.....	9
2.4 Produção de massa seca (PMS).....	10
2.5 Composição bromatológica do capim Marandu adubado com água residuária de suinocultura.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Descrição da área experimental.....	19
3.2 Clima.....	19
3.3 Solo.....	20
3.4 Obtenção e caracterização da água residuária de suinocultura.....	22
3.5 Definição do experimento.....	26
3.6 Aplicação da água residuária de suinocultura.....	26
3.7 Corte e amostragem da forragem.....	27
3.8 Delineamento estatístico.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Produção de massa seca (PMS).....	30
4.2 Taxa de acúmulo de forragem (TAF).....	36
4.3 Composição bromatológica.....	41
4.4 Composição mineral.....	59
5 CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS	76
Anexos.....	85

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Características de dejetos suínos (fezes + urina), expresso em kg por 1.000 kg de peso vivo	4
Tabela 2 Dados de precipitação pluvial total (mm) e temperatura média mensal (°C) obtidos durante o período experimental	20
Tabela 3 Caracterização química do solo realizada em fevereiro de 2008	21
Tabela 4 Caracterização química da água residuária de suinocultura utilizada durante o período experimental (fevereiro/2008 a abril/2009). Dados expressos na matéria seca (% MS)	23
Tabela 5 Quantidade total de nutrientes, em kg ha ⁻¹ , aplicada pela água residuária de suinocultura. Dados expressos na matéria seca (% MS)	25
Tabela 6 Frequência dos cortes realizados durante o período experimental	28
Tabela 7 Efeito da dose aplicada sobre a produção de massa seca (kg MS ha ⁻¹) obtida ao longo do período experimental	31
Tabela 8 Taxa de acúmulo de forragem (kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹) obtida ao longo do período experimental	37
Tabela 9 Eficiência de utilização dos nutrientes (kg nutriente kg MS ⁻¹)	40
Tabela 10 Teores médios de massa seca (%) obtidos ao longo do período experimental	43
Tabela 11 Teores de Proteína bruta (%), com base na MS obtidos ao longo do período experimental	46
Tabela 12 Teores de FDN (%), com base na MS, obtidos em oito cortes da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu adubada com água residuária de suinocultura	52
Tabela 13 Teores de FDA (%), com base na MS, em oito cortes da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu adubada com água residuária	56

de suinocultura

Tabela 14	Teores de cálcio (% da MS) na <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu em função das doses aplicadas	60
Tabela 15	Teores de fósforo (% da MS) na <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu em função das doses aplicadas	64
Tabela 16	Teores de magnésio (% da MS) na <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu em função das doses aplicadas	68
Tabela 17	Teores de potássio (% da MS) na <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu em função das doses aplicadas	72

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1	26
Vista das instalações e lagoa de estabilização do setor de suinocultura do IFET Triângulo Mineiro - Campus Uberaba.	
Figura 2	29
Croqui da área experimental.	
Figura 3	35
Forragem acumulada (kg MS ha ⁻¹ ano ⁻¹) em função das doses aplicadas no período 12/fev./08 a 29/abr./09.	
Figura 4	39
Taxa de acúmulo de forragem (kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹) da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu adubada com ARS no período de 12/abr./08 a 29/abr./09. Cortes: 1=12/04/2008; 2 = 31/05/2008; 3 = 21/08/2008; 4 = 20/10/2008; 5 = 20/12/2008; 6 = 28/01/2009; 7 = 07/03/2009; 8 = 29/04/2009.	
Figura 5	43
Teores médios de massa seca (MS) da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu avaliada no período de abril de 2008 a abril de 2009.	
Figura 6	47
Teores médios de proteína bruta (PB) da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu avaliada no período de 12 de abril de 2008 a 29 de abril de 2009.	
Figura 7	53
Teores médios de FDN da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu avaliada no período de 12 de abril de 2008 a 29 de abril de 2009.	
Figura 8	57
Teores médios de FDA da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. marandu avaliada no período de abril de 2008 a abril de 2009.	
Figura 9	62
Teor médio de cálcio (% da MS) em função das doses de ARS.	
Figura 10	65
Teor médio de fósforo (% da MS) em função das doses de ARS.	
Figura 11	69
Teor médio de magnésio (% da MS) em função das doses de ARS.	
Figura 12	72
Teor médio de potássio (%) em função das doses de ARS.	

PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA *BRACHIARIA BRIZANTHA* cv. MARANDU ADUBADA COM ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA

RESUMO

No presente trabalho objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de água residuária de suinocultura na produção e composição química da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, no período de 12 de fevereiro de 2008 a 29 de abril de 2009. Os tratamentos consistiram de: tratamento 1 = testemunha (0 m³ de água residuária de suinocultura ha⁻¹); tratamento 2 = 100 m³ ha⁻¹; tratamento 3 = 200 m³ ha⁻¹; tratamento 4 = 300 m³ ha⁻¹ e tratamento 5 = 600 m³ ha⁻¹. As adubações foram divididas em oito aplicações, a cada 60 dias e o corte da forragem realizou-se quando a mesma atingia altura de 30 cm. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições e cinco tratamentos, em esquema de parcelas subdivididas no tempo. As médias foram comparadas pelo programa “SISVAR” e o teste utilizado foi o de Tukey. O experimento consistiu na avaliação do terceiro ano da aplicação de água residuária de suinocultura na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, e iniciou-se em fevereiro de 2008 com o corte de uniformização das parcelas e a primeira aplicação de água residuária de suinocultura. Os parâmetros avaliados foram: produção de massa seca (kg MS ha⁻¹), forragem acumulada (kg MS ha⁻¹ ano⁻¹), taxa de acúmulo de forragem (kg MS ha⁻¹ dia⁻¹), teores médios de massa seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, cálcio, fósforo, magnésio e potássio. Foram observadas interações entre as doses de água residuária de suinocultura e os cortes em todos os parâmetros avaliados. Quanto à produção de massa seca, as doses de 300 e 600 m³ apresentaram os maiores valores e diferiram-se das demais (P<0,05). A taxa de acúmulo de forragem foi influenciada pela produção de forragem acumulada, e apresentou o mesmo comportamento, sendo superior nas doses de 300 e 600 m³. Os teores médios de proteína bruta foram maiores (P<0,05) nas doses de 300 e 600 m³ quando comparadas à testemunha, indicando aumento proporcional em função das doses. Os menores teores de FDN e FDA foram obtidos com a aplicação da maior dose de água residuária, o que significa maior consumo de forragem para os bovinos. Avaliando-se os minerais, observa-se que os teores médios de cálcio foram maiores (P<0,05) em todas as doses quando comparadas à testemunha, enquanto que para o fósforo e o magnésio o comportamento da forragem mediante as aplicações foi semelhante, ou seja, os maiores valores foram obtidos com as doses de 200, 300 e 600 m³ (P<0,05) com relação à testemunha. Os teores médios de potássio na forragem foram maiores nas doses de 300 e 600 m³, que diferiram-se estatisticamente (P<0,05) da testemunha. Portanto, conclui-se que as doses mais elevadas de água residuária de suinocultura (300 e 600 m³) proporcionaram os melhores resultados com relação aos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: biofertilizante, composição bromatológica, forragem, minerais, taxa de acúmulo.

PRODUCTION AND CHEMICAL COMPOSITION OF *BRACHIARIA BRIZANTHA* cv. MARANDU FERTILIZED WITH SWINE WASTEWATER

ABSTRACT

In the present study aimed to evaluate the effect of different quantities of swine wastewater in the production and chemical composition of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, from February 12, 2008 to April 29, 2009. The treatments were: treatment 1 = control (0 m³ of swine wastewater ha⁻¹); treatment 2 = 100 m³ ha⁻¹; treatment 3 = 200 m³ ha⁻¹; treatment 4 = 300 m³ ha⁻¹ and treatment 5 = 600 m³ ha⁻¹. Fertilization was divided into eight applications every 60 days and cut the grass held up when it reached a height of 30 cm. The experimental design was a randomized complete block with four replications and five treatments in a split plot in time. Means were compared by "SISVAR" and the test used was Tukey. The experiment consisted in evaluating the third year of application of swine wastewater in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, and began in February 2008 with the unification of cutting portions and the first swine wastewater application. The parameters evaluated were: dry matter production (kg DM ha⁻¹), accumulated forage (kg DM ha⁻¹ yr⁻¹), rate of forage accumulation (kg DM ha⁻¹ day⁻¹), mean levels dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and hemicellulose, calcium, phosphorus, magnesium and potassium. Interactions were observed between the levels of swine wastewater and cuts across all parameters. The production of dry weight, the quantities of 300 and 600 m³ showed the highest values and differed from the others (P <0.05). The rate of forage accumulation was influenced by forage production and accumulated had the same pattern, with higher quantities of 300 and 600 m³. The average content of crude protein were higher (P <0.05) at quantities of 300 and 600 m³ when compared to the control, indicating proportional increase in function of quantities. The lowest NDF and ADF were obtained with the application of the highest dose of swine wastewater, which means more consumption of forage for cattle. Evaluating the mineral, it is observed that the average content of calcium were higher (P <0.05) at all quantities when compared to the control, while for phosphorus and magnesium by the foraging behavior was similar applications, i.e., the highest values were obtained with quantities of 200, 300 and 600 m³ (P <0.05) compared to control. The average levels of potassium in the forage were higher at quantities of 300 and 600 m³, which differed statistically (P<0.05) of the control. Therefore, it is concluded that higher quantities of swine wastewater (300 and 600 m³) provided the best results with respect to parameters evaluated.

Keywords: biofertilizer, chemical composition, forage, mineral, rate of accumulation.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a criação de suínos vem sendo apontada como a grande vilã da deterioração ambiental, independentemente do sistema de criação, sendo considerada uma atividade de grande potencial poluidor face ao elevado número de contaminantes gerados pelos seus efluentes, cuja ação individual ou combinada pode representar importante fonte de degradação do ar, recursos hídricos e do solo.

Um dos maiores desafios confrontados pela suinocultura é a escolha do manejo adequado dos dejetos, pois, uma vez apropriado, minimiza os riscos de poluição das águas superficiais e subterrâneas por nitratos, fósforo e do ar, pelas emissões de amônia (NH_3), gás carbônico (CO_2), óxido nitroso (N_2O) e ácido sulfídrico (H_2S).

Várias são as alternativas existentes capazes de oferecer uma destinação ambientalmente correta e economicamente viável aos dejetos produzidos pela suinocultura, e dentre elas, pode-se citar o uso de tratamento aeróbio (compostagem) e anaeróbio (biodigestão anaeróbia e lagoa de estabilização). Uma vez estabilizados, estes resíduos poderão ser utilizados na agricultura e pecuária, elevando a fertilidade do solo e aumentando a produção vegetal e animal, levando-se em consideração a região, clima, tipo de solo, etc, pois estes fatores interferem na velocidade de degradação dos dejetos no solo e na liberação dos nutrientes para a forragem.

Dentre as gramíneas utilizadas na alimentação animal, o gênero *Brachiaria* destaca-se por sua elevada exigência nutricional e deficiência em nutrientes de suma importância para bovinos, como por exemplo, proteína, energia e fósforo. Logo, quando fertilizadas com adubos minerais ou orgânicos respondem com aumento da produção e massa seca, e conseqüentemente, com melhor aporte de nutrientes.

O uso da água residuária de suinocultura vem sendo cada vez mais enfatizado como alternativa para minimizar custos com a adubação mineral, e promover aumento na produção de matéria seca ($\text{t MS ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), sendo este um relevante requisito para aumentar o número de bovinos em áreas de pastejo.

A pecuária de corte no Brasil na maioria dos sistemas, até algum tempo atrás era caracterizada pela baixa produção de matéria seca, fato que vem mudando ao longo

dos anos com o uso de alternativas que levam à sustentabilidade da atividade em questão.

A bovinocultura no Brasil, e no mundo tropical, caracteriza-se pela grande dependência das pastagens para produzir proteína animal, seja ela carne ou leite.

De modo geral, o solo e as forragens apresentam limitações quanto às quantidades de nutrientes a serem aplicadas via dejetos de suínos, uma vez que, devido à dieta balanceada que estes animais recebem, excretam grande quantidade de determinados compostos que poderão inibir o crescimento da planta, quando em concentrações muito elevadas.

Aliado à necessidade de se produzir maior quantidade de matéria seca possível em áreas de pastagem, a utilização de água residuária de suinocultura desponta como alternativa para promover o aumento na produção de forragem, em substituição à adubação mineral.

De acordo com a revisão bibliográfica abordada, foi encontrada apenas uma citação (Cunha, 2009) sobre o uso de doses superiores a 250 m³ de água residuária de suinocultura, onde o autor avaliou a aplicação de 600 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ no capim Marandu, direcionando sua pesquisa ao impacto ambiental provocado pelo acúmulo de minerais no solo. Verifica-se que há grande receio quanto ao uso de doses superiores a 250 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, em função dos riscos ambientais que poderão se instalar no sistema solo, planta e água.

Entretanto, a hipótese testada no presente trabalho baseou-se em verificar se a aplicação de doses elevadas de água residuária de suinocultura no capim Marandu é viável sob a ótica da produção vegetal direcionada à produção animal, uma vez que a preocupação do suinocultor é aumentar a disposição destes resíduos produzidos em volumes exorbitantes diariamente para que o bovinocultor obtenha produtividade com as forragens adubadas com os dejetos de suínos, e desta forma, aplicar os conceitos de sustentabilidade dentro da propriedade.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a produção e a composição química da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com água residuária de suinocultura em diferentes doses no período chuvoso e seco de fevereiro de 2008 a abril de 2009.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Quantificação e reciclagem dos dejetos de suínos

Os suínos, quando comparados aos bovinos e considerando a mesma base (450 kg de peso vivo), excretam 1,9 vezes mais dejetos que um bovino de corte e 1,3 vezes mais que um bovino leiteiro, o que corresponde a aproximadamente 16 t ano^{-1} (ENSMINGER et al., 1990 citados por TAKITANE, 2001).

A quantidade total de dejetos produzidos pelos suínos (fezes e urina), água desperdiçada nos bebedouros e na higienização das instalações, resíduos de ração, pêlos e poeira decorrente do processo criatório, 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; BLEY JR, 2001).

Roppa (2001) afirmou que um dos fatores limitantes à expansão da produção de suínos, é a alta capacidade poluente, pois um suíno adulto defeca o equivalente a 2,5 pessoas. PERDOMO et al. (2001) quando compararam a capacidade poluidora dos dejetos de suínos, concluíram que a mesma é superior à de outras espécies, a exemplo da humana, pois enquanto a demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5) de um suíno de 85 kg de peso vivo varia de 189 a 208 g dia^{-1} , a humana é de 45 a 75 $\text{g habitante}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

A produção intensiva de suínos consiste em uma importante atividade sócio-econômica e sua exploração pode desencadear expressivos desequilíbrios ambientais, em função das características físico-químicas apresentadas pela água residuária gerada no processo, dentre as quais cita-se a alta DBO_5 e redução do oxigênio dissolvido na água. A DBO_5 de uma suinocultura intensiva oscila entre 30.000 e 52.000 mg L^{-1} quando comparada ao esgoto doméstico, que é de 200 mg L^{-1} (PERDOMO, 1997).

Perdomo e Lima (1998) atribuíram o volume de dejetos líquidos produzidos pelos suínos ao manejo, tipo de bebedouros, sistema de higienização adotado, frequência de limpeza das baias e volume de água utilizado, bem como ao número e categoria de animais.

Lucas Jr. (1998) relatou que a produção diária de esterco fresco por suíno em fase de crescimento e terminação é de 2,30 a 2,75 kg. Estima-se em 2,97 milhões de m³ a produção diária de dejetos de suínos no Brasil, sendo que para a região Sul essa estimativa alcança 1,68 milhões de m³ dia⁻¹ e no Rio Grande do Sul, 385.000 m³ dia⁻¹ (ARNS, 2004). De acordo com a ACSURS, em 2009, estimava-se o rebanho suíno do Rio Grande do Sul em 6.214.030 cabeças, ou seja, houve um aumento de 51,78% comparado ao ano de 2004 (4.094.030 cabeças). O aumento do rebanho suíno, reflete no volume de dejetos gerados, e desta forma com a poluição ambiental.

O grau de diluição do efluente gerado pelos suínos interfere no volume produzido. Segundo Perdomo et al. (2001), um dejetos é considerado pouco diluído quando apresenta mais de 4% de matéria sólida (MS), muito diluído com menos de 2,5% de MS e de média diluição com 2,6 a 3,9% de MS.

As características dos dejetos (Tabela 1) associam-se ao sistema de manejo adotado e aos aspectos nutricionais, apresentando grandes variações na concentração dos seus elementos entre produtores e dentro da própria granja.

Tabela 1. Características de dejetos suínos (fezes + urina), expresso em kg por 1.000 kg de peso vivo.

Parâmetro	Unidade	Valor
Volume- urina	kg	39
Volume- fezes	kg	45
Densidade	kg m ⁻³	990
Sólidos totais	kg	11
Sólidos voláteis	kg	8,5
DBO ₅	kg	3,1
DQO	kg	8,4
pH		7,5
Nitrogênio - total	kg	0,52
Fósforo total	kg	0,18
Potássio total	kg	0,29
Minerais		
Cálcio	kg	0,33
Magnésio	kg	0,070
Sódio	kg	0,067
Ferro	mg	16
Manganês	mg	1,9
Zinco	mg	5,0
Cobre	mg	1,2

Fonte: ASAE (1993, citado por PERDOMO et al., 2001).

Até a década de 70, os dejetos dos suínos não constituíam fator preocupante, uma vez que a concentração de animais era pequena e as propriedades possuíam solos com capacidade de absorvê-los, ou então eram utilizados como adubo orgânico (LUCAS JR., 1994).

A maioria dos solos do Brasil é pobre em matéria orgânica, e atualmente vários órgãos de pesquisa estão aprofundando seus estudos na questão da reciclagem dos dejetos de suínos, submetendo-os a um tratamento adequado possibilitando que sejam reutilizados como adubo orgânico, promovendo a recuperação do solo e melhorias nas características físicas, químicas e biológicas do mesmo.

Sabe-se que a matéria orgânica exerce função especial na correção do solo, não só por causa de seus efeitos sobre a fertilidade física, química e biológica, mas também por apresentar efeitos redutores da poluição do solo causada pelo uso excessivo ou desbalanceado de fertilizantes minerais (FORTES NETO et al., 2007).

Vale ressaltar que não basta apenas armazenar os dejetos, pois isto não constitui uma forma de tratamento. De acordo com as atuais legislações ambientais os resíduos destinados à adubação orgânica devem permanecer armazenados em esterqueiras por um período mínimo de 120 dias, para que após este tempo de retenção estejam estabilizados e aptos para serem utilizados como fertilizantes orgânicos.

A quantidade a ser aplicada é de suma importância no contexto da viabilidade econômica e sustentabilidade do processo de utilização dos dejetos, pois não deve haver faltas nem excessos de nutrientes provenientes destes resíduos para que não se inicie um problema ainda maior, que é a poluição ambiental. As doses a serem aplicadas no solo irão depender do valor fertilizante, do resultado de análise do solo e das exigências da cultura a ser implantada (MIRANDA et al., 1999).

A água residuária de suinocultura (ARS) constitui-se em excelente fonte de nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio e, quando manejados corretamente, podem suprir parcial ou totalmente o fertilizante mineral (BARNABÉ et al., 2007).

Devido ao elevado volume de dejetos líquidos produzido pelos suínos em fase de terminação, aproximadamente de 12 a 15 litros por animal por dia, verifica-se grande

dificuldade em aproveitar tais resíduos de forma racional, sem causar prejuízos ambientais (KONZEN, 2003). O uso de água residuária de suinocultura (ARS) surgiu como uma alternativa economicamente viável e ambientalmente correta, a ponto de oferecer uma destinação adequada aos resíduos tratados em lagoas e que apresentam a matéria orgânica degradada, passível de ser incorporada ao solo.

A Região Sul do Brasil detém de 60 a 70% da produção tecnificada de suínos e aves, com 900 mil matrizes suínas e 341,95 milhões de aves, gerando aproximadamente 450,5 milhões de toneladas de dejetos ao ano (KONZEN, 2003).

A estratégia recomendada para a utilização dos dejetos tem sido a de seu armazenamento em esterqueiras para posterior uso em lavouras e pastagens como biofertilizantes. Para que tal prática ocorra com o mínimo comprometimento dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, deve-se respeitar as condições da cultura agrícola, da pastagem e do tipo de solo onde serão aplicados (MIRANDA; SANTOS, 1999).

2.2 Características botânicas da *Brachiaria brizantha* cv Marandu

A importância das pastagens pode ser facilmente caracterizada, porque constituem a base dos sistemas de produção de bovinos. Sabe-se que cerca de 80% dos pastos encontram-se em algum estágio de degradação (BARCELLOS et al., 2001).

Dentre as espécies mais cultivadas e utilizadas em regiões sob condições de Cerrado, a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu tem apresentado alta capacidade de adaptação, sendo responsável por grande parte da alimentação do rebanho bovino criado a pasto. Trata-se de uma excelente fonte de alimento, de boa qualidade, desde que se obedeça à exigência nutricional da planta, com adubação e manejo adequado, caso contrário, perde o valor nutritivo rapidamente, principalmente após o florescimento (VALLE et al., 2000).

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cobre 30 milhões de hectares, o que equivale a cerca de 50% das gramíneas cultivadas na região dos Cerrados, e se caracterizam

por não tolerar geadas fortes e temperatura inferior a 25° C, necessitando de temperatura de 30°C para se obter ótimos crescimentos (MACEDO, 2005).

A atividade agropecuária tem sido utilizada como alternativa de exploração desses solos durante as últimas décadas e, gramíneas do gênero *Brachiaria*, têm apresentado boa adaptação para estas condições de solo, haja vista sua predominância na maioria das pastagens manejadas inadequadamente e sem uso de fertilização para manutenção de sua produtividade (GAMA-RODRIGUES et al., 2002).

A *Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf, cv. Marandu é uma espécie perene, cespitosa, com colmos eretos, possui sistema radicular vigoroso e profundo, apresenta elevada tolerância à deficiência hídrica, ao frio e sombreamento, baixa resistência à umidade, adapta-se a solos de média a alta fertilidade, absorve os nutrientes em camadas mais profundas do solo (BARDUCCI et al., 2009).

Desde o início da década de 1980 já se conhecia *B. brizantha* e, em 1984, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa – liberou a primeira cultivar, a Marandu, que em guarani significa novidade. Por ser um capim agressivo, adaptado a solos de média fertilidade, tolerante à cigarrinha das pastagens e com bons índices de produtividade animal, expandiu-se especialmente em áreas problema de *B. decumbens*, como na Amazônia legal (sul do Pará, Tocantins, Acre, Rondônia, norte do Mato Grosso), e estima-se que hoje cerca de 50% dos pastos cultivados brasileiros, ou aproximadamente 50 milhões de hectares, estejam plantadas com essa cultivar, estabelecendo-se outro extenso monocultivo (EMBRAPA, 2007).

Esta espécie foi lançada pela Embrapa em 1984 e por apresentar boa produtividade e qualidade da forragem, rápido estabelecimento, boa cobertura de solos e capacidade de competição com invasoras, passou a ser uma das principais espécies forrageiras utilizadas na Região Centro Oeste e no Brasil, onde ocupa uma área de cerca de 70 milhões de hectares (EMBRAPA, 2007).

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu é indicada para pastoreio e feno, consorcia-se bem com o Calapogônio, soja perene, leucena e *Stylosantes*. Apresenta bom potencial forrageiro com produção média de 50 toneladas de massa verde ha⁻¹ ano⁻¹ e de 10 a 12 toneladas de massa seca ha⁻¹ ano⁻¹, baixa produção de sementes, teor de proteína bruta aproximado de 10% na matéria seca. Devido à sua boa capacidade de

rebrotar, é a mais cultivada para engorda, reúne boas condições para a fase de terminação dos animais, resiste melhor ao frio do que a *decumbens* e *ruzizensis* (SOARES FILHO et al., 2002).

A *Brachiaria* é o capim mais plantado no Brasil, sendo usado na cria, recria e engorda dos animais criados à pasto, desde que seja bem manejada. O grande interesse dos pecuaristas por esta espécie se prende ao fato das mesmas serem plantas de alta produção de massa seca, terem boa adaptabilidade aos solos do cerrado, responderem bem à adubação fosfatada, facilidade de estabelecimento, persistência e bom valor nutritivo, além de apresentarem poucos problemas de doenças e mostrarem bom crescimento durante a maior parte do ano, inclusive no período seco (SOARES FILHO, 1997; VALLE et al., 2000; COSTA et al., 2005).

O gênero *Brachiaria* impõe-se pela notável capacidade de domínio ecológico em solos ácidos e de baixa fertilidade, sendo que as espécies *B. decumbens* e *B. brizantha* vêm trazendo solução provisória para a produção animal nos cerrados (CÂMARA; SERAPHIN, 2002).

As forrageiras tropicais apresentam elevada produção de massa seca, com estacionalidade marcante entre as estações das “águas” e “seca”. A estacionalidade determina distribuição desuniforme da produção ao longo do ano, indicando grande potencial para conservação de forragens por meio da ensilagem e/ou fenação (EVANGELISTA et al., 2004).

A capacidade de produção da pastagem está intrinsecamente relacionada às condições ambientais prevaletes na área e às práticas de manejo adotadas. Assim, fatores como temperatura, luz, água e nutrientes condicionam o potencial fotossintético do dossel, em decorrência de alterações na área foliar e na capacidade fotossintética da planta (MARCELINO et al., 2006).

As gramíneas do gênero *Brachiaria* estão amplamente difundidas em todo o território brasileiro, representando cerca de 70 a 80% das áreas formadas de pastagens, onde se encontra a maior parte do rebanho de corte (EL-MEMARI NETO et al., 2009).

O Brasil tem vasta área de pastagens e condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento das plantas forrageiras e pastagens, entretanto, estatísticas têm

revelado um quadro de degradação, principalmente, devido ao mau uso que se faz do solo, bem como ao manejo incorreto das pastagens. Conseqüentemente, o valor nutritivo e a capacidade de recuperação destas plantas forrageiras diminuem, aumentando os efeitos erosivos no solo. Como alternativa para buscar modificações deste perfil pode-se utilizar o pastejo rotacionado, manejado e adubado, intensificando o sistema de produção (FERNANDES et al., 2003).

Por possuir sistema radicular vigoroso e profundo, o capim Marandu apresenta elevada tolerância à deficiência hídrica e absorção de nutrientes em camadas mais profundas do solo, desenvolvendo-se em condições ambientais em que a maioria das culturas produtoras de grãos e das espécies utilizadas para cobertura do solo, não se desenvolveria (BARDUCCI et al., 2009).

2.3 Manejo da forragem

Devido à taxa de acúmulo de forragem ser normalmente utilizada para o planejamento da produção animal, na tentativa de se adequar a demanda animal ao suprimento de alimento produzido pelo pasto seria aceitável inferir que quando a taxa de acúmulo de forragem é constante, a produção animal também o é. Porém, essa expectativa não é verdadeira (ANDRADE et al., 2006).

A compreensão do processo de acúmulo de forragem de um pasto, aliado às diferentes respostas ao processo de pastejo, determina o conhecimento da resposta das gramíneas tropicais ao manejo a que são impostas. O aparecimento e alongamento de folhas e colmos e a duração de vida das folhas são as características morfogênicas que determinam diretamente o crescimento das plantas forrageiras (DIFANTE et al., 2008).

Em estudos realizados por Difante et al. (2008), os autores observaram que a estabilidade do capim Marandu apresenta-se variável com relação à época do ano e ao início do seu período reprodutivo, em que ocorrem modificações entre as taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos.

Mari (2003) relatou que conforme se distanciam os cortes das forragens, ocorre um aumento dos teores de matéria seca, e explicou que deve-se manter a periodicidade dos cortes com relação à altura do perfilho para manter a estabilidade dos mesmos.

Costa et al. (2006) enfatizaram que a produção de massa seca elevou-se proporcionalmente ao aumento do intervalo entre cortes, porém o valor nutritivo (N, P, K e Mg) da forrageira diminuiu. Os autores relataram ainda que os intervalos entre cortes mais adequados para o capim Marandu foram entre 42 e 70 dias sem sombreamento, visando a obtenção de maiores rendimentos de massa seca (MS).

A intensidade e frequência dos cortes em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu proporciona maior renovação dos tecidos, que está associada à maior eficiência de produção de forragem (MARCELINO et al., 2006).

A altura de corte da planta influencia a produção de forragem em detrimento do método de pastoreio da pastagem, ou seja, sob lotação contínua ou rodízio dos animais em piquetes. VIEIRA e ZANINE (2006) demonstraram que existe uma amplitude ótima de manejo em sistema de lotação contínua para produção de forragem no capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu que varia de 20 a 40 cm de altura, de forma a respeitar os limites da planta.

Em geral, o aumento da frequência entre cortes resulta em incrementos significativos da produção de forragem. A altura do corte é importante no rebrote pela eliminação ou não de meristemas apicais, área foliar remanescente e pela diminuição ou não das reservas orgânicas acumuladas (COSTA et al., 2004).

2.4 Produção de massa seca

O Brasil é um dos países de maior potencial de produção pecuária à pasto, determinada, principalmente, por suas condições climáticas e vasta extensão territorial (ZIMMER et al., 1995). As plantas forrageiras, bem como quaisquer outras de interesse econômico, devem ser bem nutridas para apresentarem boa produção de massa conjugada com adequado valor nutritivo, visando ao atendimento das exigências dos animais.

Aliado à crescente necessidade de maior produção de massa seca em áreas de pastagem, a utilização de água residuária de suinocultura (ARS) apresenta-se como uma alternativa capaz de promover o aumento na produção de alimentos para bovinos, em substituição à adubação mineral, o que será, posteriormente, convertido em proteína animal e utilizado na alimentação humana.

A suinocultura vem sendo apontada como a grande vilã da deterioração ambiental, independentemente do sistema de criação adotado. Mesmo sendo uma atividade de grande potencial poluidor, quando os dejetos por ela produzidos são tratados de forma correta (lagoas de estabilização ou biodigestores), passa a influenciar diretamente na redução do uso do adubo mineral. Vale ressaltar que, para se obter maiores produções de massa de forragem com o uso dos dejetos de suínos em pastagens, em substituição aos adubos minerais, os mesmos devem ser utilizados de forma racional e criteriosa, respeitando-se o período de fermentação mínimo de 45 dias, período este que varia em função da época do ano, região, tipo de solo, dentre outros fatores relacionados ao sistema de manejo.

O aumento na produção de massa seca ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) constitui um importante parâmetro para calcular o suprimento de forragem diário em determinada estação do ano (taxa de acúmulo de forragem), a qual serve de base para calcular a capacidade de suporte ($UA\ ha^{-1}$) em áreas de pastejo.

Devido ao elevado volume de dejetos líquidos produzido pelos suínos em fase de terminação, aproximadamente de 12 a 15 litros por animal por dia (KONZEN, 2003), verifica-se grande dificuldade em aproveitá-los de forma racional, sem causar prejuízos ambientais.

Os fatores que mais afetam o perfilhamento de uma forrageira são o genótipo, o florescimento, a nutrição mineral (em especial o nitrogênio interagido com fósforo e potássio, por favorecer o aumento populacional de perfilhos) e o manejo de cortes e elementos de clima, como luz, temperatura, fotoperíodo e disponibilidade hídrica (GOMIDE et al., 2003; REZENDE et al., 2008).

O crescimento e a persistência de gramíneas nos trópicos são freqüentemente limitados pela deficiência de nitrogênio no solo, uma vez que este nutriente acelera a

formação e o crescimento de novas folhas e aumenta o vigor de rebrota, melhorando sua recuperação após o corte e resultando em maior produção (SILVA et al., 2009).

Conforme se distanciam os cortes, os teores de massa seca tendem a aumentar, contudo, paralelamente, ocorre decréscimo em seu valor nutritivo. O maior número de perfilhos significa maior disponibilidade de nutrientes no solo e boas condições climáticas (MEDEIROS et al., 2007).

O conjunto de perfilhos (densidade populacional), associado aos padrões demográficos de perfilhamento (natalidade, mortalidade e sobrevivência), determina a produção da pastagem. O crescimento, caracterizado pela emissão de novas estruturas (folhas e/ou hastes) não é o único processo determinante da produção vegetal num ambiente de pastagem (PINTO et al., 2001).

Quanto ao uso de ARS em espécies vegetais, a dose a ser aplicada deve seguir o princípio da exportação do nutriente para a produção da espécie, com isso os riscos ambientais são minimizados (VIELMO, 2008). O autor citou que, em pesquisa realizada em Patos de Minas - MG, foram obtidas produtividades crescentes, variando de 5.200 a 7.700 kg ha⁻¹ de milho, com aplicação de 45 a 180 m³ ha⁻¹ de dejetos de suínos, respectivamente

O aumento na produção de massa seca (PMS) foi observado por ROSA et al. (2002) quando utilizaram dose de 100 a 200 m³ de ARS. Os autores verificaram PMS máxima de 8.518 kg ha⁻¹ nos cortes realizados de janeiro a abril, com doses compreendidas entre 100 e 200 m³ de DLS.

Konzen (2003) trabalhando com adubação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (braquiarião) e avaliando doses crescentes de dejetos de suínos, em experimento realizado no estado de Goiás, observou incrementos de 156 % na produção de matéria seca e 230 % na proteína utilizando doses de 15 a 200 m³ ha⁻¹.

Drumond (2003) avaliando a aplicação de ARS em Tifton 85 irrigado, obteve um aumento de cerca de duas vezes na produção de matéria seca com o aumento da dose de DLS de 50 a 200m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS, comparado ao tratamento que recebeu somente água.

Rezende et al. (2004) encontraram para a *Brachiaria brizantha* cv Marandu adubada com 60, 90 e 180 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS, produções de massa seca iguais a

4,1; 5,0 e 7,2 t MS ha⁻¹, respectivamente. Quando aplicaram 180 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS “in natura” observaram produção de 7,0 t ha⁻¹.

Rosa et al. (2004) avaliando o efeito de diferentes doses de ARS (100, 150 e 200 m³) na PMS da *Brachiaria brizantha* cv Marandu, encontraram produções iguais a 1.737; 2.307 e 2.819 kg MS ha⁻¹, respectivamente, para o ano agrícola 2001/2002.

Freitas et al. (2005) observaram que a aplicação de 200 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS proporcionou PMS média de 2.269 kg ha⁻¹ no intervalo de novembro de 2003 a abril de 2004.

Costa et al. (2005) observaram que a precipitação e a umidade relativa foram as características climáticas que mais variaram e influenciaram na produção de MS.

Em pesquisa desenvolvida por Castamann (2005) foi possível observar a influência da aplicação de doses crescentes de ARS no rendimento de grãos de trigo, onde a produção decaiu com o aumento da dose em função das exigências minerais da cultura terem sido atendidas com as menores doses.

Menezes et al. (2009) encontraram para o Tifton 85 adubado com 150 m³ de água residuária de suinocultura, produção de massa seca 32,6% superior à testemunha (sem adubação), mostrando o efeito positivo dos dejetos de suínos no crescimento e produção da pastagem.

Durante o período de crescimento das forrageiras exploradas em sistemas intensivos de produção de pastagens, as taxas de crescimento e de acúmulo de forragem podem ser elevadas fazendo com que grandes produções de matéria seca sejam asseguradas, com risco de perda de qualidade, em decorrência de atrasos na colheita ou de pastejo mal executado. Nessas situações, o método de pastoreio sob lotação rotacionada é uma técnica que assegura o aproveitamento eficiente da produção, respeitando as exigências específicas e particulares de frequência, intensidade e época de cote da planta forrageira (REZENDE et al., 2008).

A compreensão do processo de acúmulo de forragem de um pasto, aliado às diferentes respostas ao processo de pastejo, determina o conhecimento das respostas das gramíneas tropicais ao manejo a que são impostas (DIFANTE et al., 2008).

2.5 Composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

A qualidade de uma planta forrageira é representada pela associação da composição bromatológica, da digestibilidade e do consumo voluntário, entre outros fatores, da forragem em questão. Por isso, é de grande importância o conhecimento dos teores de proteína bruta, composição da parede celular e matéria seca para compreender os benefícios que a forragem trará à nutrição animal. Estes constituintes variam com a idade e parte da planta, fertilidade do solo, condições climáticas e manejo ao qual a forragem está submetida (GERDES, 2000).

O sistema proposto por Van Soest para análise de plantas forrageiras estabelece que a planta divide-se em duas porções: conteúdo celular e parede celular. Em 1965, Van Soest desenvolveu o fracionamento dos constituintes da parede celular para avaliar a qualidade das forrageiras, e utilizou de um sistema de detergentes (neutro e ácido) para tal separação. Neste sistema, Van Soest observou que quando submetera a forragem a uma solução contendo detergente neutro, o conteúdo celular (CC) da mesma se solubilizara, permanecendo insolúvel a parede celular (PC) ou fibra em detergente neutro (FDN) composta por celulose, hemicelulose, lignina, queratina e sílica. Em outra etapa, a amostra foi tratada com solução contendo detergente ácido, que solubilizou o CC e a hemicelulose, permanecendo insolúveis as porções referentes à lignina e celulose, as quais compõem a fibra em detergente ácido (FDA).

Na prática da produção animal, busca-se manejo de pastagem onde seja possível obter forragens com teores de FDN menores ou iguais a 65%, para que não haja prejuízos no consumo de matéria seca pelos bovinos. Níveis abaixo de 65% garantem aos microrganismos ruminais um maior aproveitamento dos nutrientes da dieta consumida pelo bovino, e conseqüentemente, proporcionam um melhor desempenho do mesmo.

A maioria das forrageiras tropicais apresenta alta porcentagem de parede celular e baixo conteúdo celular (Prado, 2007). O conteúdo celular, representado pela fração solúvel, mostra, potencialmente, 100% de digestibilidade. A parede celular, constituída pela fração insolúvel, apresenta potencial de degradação mais baixo, sendo resistente ao ataque de enzimas do trato gastrintestinal de ruminantes (SILVA; QUEIROZ, 2002).

A FDN é composta basicamente por celulose, lignina e hemicelulose, portanto elevados níveis desta fração contida na matéria seca, indicam menor espessamento da parede celular, e menores teores de nutrientes digestíveis como a proteína, lipídeos, vitaminas, dentre outros presentes no conteúdo celular. A participação das frações FDN e FDA (celulose e lignina) na massa seca de gramíneas varia em função do estágio de maturidade da planta, parte da planta, frequência e altura de corte, fertilidade do solo e condições climáticas (WERNER, 1993).

Em se tratando de produção animal, a FDN e a FDA predizem o consumo e a digestibilidade da forragem, expressa na base seca. A FDN relaciona-se diretamente ao efeito de enchimento do rúmen e inversamente à concentração energética da dieta de bovinos (BERCHIELLI et al., 2006).

Com a aplicação de doses crescentes de ARS, aumenta-se o fornecimento de nitrogênio e potássio ao solo, os quais promovem o crescimento das plantas e favorecem o aumento da relação folha/caule. Quanto maior a quantidade de folhas da planta, menores serão os teores de FDN e FDA.

Devido à presença de microrganismos, os carboidratos estruturais presentes na parede celular podem ser degradados no rúmen. A suscetibilidade à degradação ruminal da porção fibrosa varia entre espécies e com a idade ou nível de maturação da forrageira. À medida que se avança no desenvolvimento vegetal rumo ao estágio de maturação, ocorre drástica diminuição do teor protéico e aumento do teor de fibra, associado ao aumento no teor de lignina. A lignina forma uma barreira que impede a aderência microbiana e a hidrólise enzimática da celulose e hemicelulose, indisponibilizando os carboidratos estruturais potencialmente degradáveis, diminuindo a digestibilidade da fibra e a qualidade e o aproveitamento da forragem (RODRIGUES et al., 2004).

Segundo Van Soest (1982, citado por Gerdes et al., 2000), a determinação de fibra bruta, reconhecida na análise bromatológica de Weende, não reflete a qualidade da forragem. Este autor afirma que a técnica de determinação de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) em plantas forrageiras é a melhor estimativa de qualidade.

A parede celular das plantas forrageiras é a principal fonte de energia para ruminantes e o seu conteúdo é nutricionalmente importante, porque as plantas com

altos teores de componentes da fração fibrosa apresentam baixos valores de digestibilidade e de consumo (ROSA et al., 2000).

Os componentes básicos da parede celular são, basicamente, a lignina e os carboidratos estruturais, celulose e hemicelulose, que são geralmente degradados a taxas menores do que as dos componentes solúveis (conteúdo celular). As estruturas da hemicelulose e da celulose são interligadas por pontes de hidrogênio, que, após a hidrólise da primeira, tornam a estrutura da celulose mais livre, portanto, mais suscetível à ação dos microrganismos do rúmen. Além disso, as ligações químicas entre a lignina e a hemicelulose são do tipo éster, portanto mais fáceis de serem rompidas do que as do tipo éter, existentes entre a lignina e a celulose (LAU; VAN SOEST, 1981).

Segundo Euclides (1995, citado por COSTA et al. 2005) a variabilidade do valor nutritivo entre as espécies e cultivares é pequena, sendo que as maiores mudanças ocorrem nas características que acompanham a maturação da planta, como a proteína, minerais, parede celular. À medida que a planta amadurece, os teores de proteína bruta, minerais e outros componentes do conteúdo celular diminuem, enquanto que os da parede celular aumentam.

O valor nutritivo das plantas é afetado por fatores fisiológicos, morfológicos, ambientais e por diferenças entre espécies, sendo que, no caso das plantas forrageiras, o declínio do valor nutritivo associado ao aumento da idade, normalmente é explicado como o resultado da maturidade da planta (SOARES FILHO et al., 2002).

Como toda forrageira tropical, o capim Marandu concentra a maior parte de sua PMS durante o período das chuvas, principalmente em consequência de fatores climáticos, como temperatura e precipitação pluviométrica (CASTRO et al., 2007). Por isso, deve-se estabelecer a melhor altura e idade ao corte ou pastejo da forragem, uma vez que esta idade representa o ponto de equilíbrio entre o valor nutritivo e a produção de massa seca (PMS).

Gerdes et al. (2000) constataram que a melhor idade de corte do cultivar Marandu, visando conciliar produção e teor de proteína bruta (PB), situa-se entre 56 e 70 dias, e afirmaram também que as forragens tropicais possuem habilidade natural de acumular mais constituintes da parede celular que as espécies de clima temperado.

A produção de massa seca da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu varia de 0,3 até 13,5 t ha⁻¹, conforme a idade ao corte, de 14 até 126 dias (Castro et al., 2007). Com relação à composição químico-bromatológica, são descritos valores de PB de 8,9% a 18,6%, FDN de 57,9% a 72,7% e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 59,4% a 71,6%, os quais também são influenciados pela idade da planta ao corte (SOARES FILHO et al., 2002). Em trabalho realizado por Castro et al. (2007), os autores realizaram o corte da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em quatro idades (28, 56, 84 e 112 dias), e encontraram teores de PB de 11,6; 8,5; 5,0 e 4,8% e FDN de 51,7; 56,9; 61,2 e 60,6%, respectivamente para as idades de corte acima citadas.

Teores de inferiores a 7% na matéria seca de algumas gramíneas tropicais acarretam redução na digestão das mesmas, devido aos inadequados níveis de nitrogênio para os microorganismos do rúmen (MILFORD; MINSON, 1966 GERDES et al., 2000).

Em pesquisa conduzida por Freitas et al. (2005), em que os autores avaliaram a produção e a composição bromatológica do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu fertilizado com ARS, observaram que a aplicação de 150 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS pode substituir a adubação NPK (160 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N + a reposição de 3,5 kg de P₂O₅ e 18 kg de K₂O por tonelada de matéria seca retirada) na recuperação de pastagens na região dos Cerrados.

Medeiros et al. (2005) avaliaram as características bromatológicas do capim Marandu fertirrigado com ARS, e observaram que os melhores resultados foram obtidos com aplicação de 180 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS, e ainda que a ARS pode substituir a adubação mineral de forma satisfatória.

A redução do teor de PB da gramínea também foi observada por Postiglioni (2000), na estação do outono, fato este que pode estar associado às variações estacionais ocorridas na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, ou seja, a visualização do decréscimo na relação folha-caule a partir do verão até o outono, época em que a planta atinge a maturação.

Rosa et al. (2002) observaram que a produção de matéria seca do capim marandu adubado com 200 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS, foi superior (8.518 kg ha⁻¹) à do

tratamento que recebeu adubação mineral (NPK), cuja produção de matéria seca foi de 8.049 kg de MS. Os mesmos autores mostraram diferenças ($P < 0,05$) para o teor de FDN entre tratamentos com aplicação de 100 (69,29%), 150 (69,49%) e 200 m³ ha⁻¹ de ARS (69,26%) e adubação mineral (71,59%), entretanto não observaram diferenças significativas para os teores de FDA e hemicelulose entre os tratamentos.

Konzen (2003) trabalhando com adubação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e avaliando doses crescentes de dejetos de suínos, em experimento realizado no estado de Goiás, observou incrementos de 156 % na produção de matéria seca e 230 % na proteína.

A quantidade de nitrogênio no solo aumenta com o uso de ARS, evidenciando o elevado potencial deste material orgânico como fonte de nitrogênio para as culturas, sendo que a aplicação continuada de dejetos na mesma área resulta em aumento na disponibilidade de nitrogênio (CASTAMANN, 2005).

O suprimento de nutrientes constitui-se em importante fator na nutrição de plantas, tendo em vista que a disponibilidade desses exerce grande influência na qualidade da pastagem, que, por sua vez, reflete na produção e na recuperação da forrageira (COSTA et al., 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área experimental

A pesquisa foi conduzida na Fazenda Escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFET) - Campus Uberaba localizada no município de Uberaba-MG. A área do experimento está a 795 m de altitude e suas coordenadas geográficas são 19°39' S e 47°57'W.

O experimento foi conduzido no período de 12 de fevereiro de 2008 a 29 de abril de 2009, em área de 320 m², com topografia suave ondulada, cultivada com a gramínea *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

O presente trabalho foi avaliado em seu terceiro ano, por estar vinculado à pesquisa realizada por Cunha (2009) com o objetivo de avaliar o impacto ambiental causado pela bioacumulação dos elementos zinco e cobre provenientes da água residuária de suinocultura, quando utilizada nas doses de 100; 200; 300 e 600 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, aplicada à *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

3.2 Clima

O clima da região foi classificado pelo método de Köppen como do tipo Aw, ou seja, tropical quente úmido, com inverno frio e seco. Nos período de dezembro a abril registraram-se os maiores índices de precipitação pluviométrica e de maio a outubro os menores. A temperatura média e precipitação durante o período experimental são apresentadas na Tabela 2.

Os dados foram obtidos na estação climatológica pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada na latitude 19° 44" S e longitude 47°44' W, a uma altitude de 738 m, localizada na fazenda experimental Getúlio Vargas, em Uberaba.

Tabela 2. Dados de precipitação pluvial total (mm) e temperatura média mensal (°C) obtidos durante o período experimental.

Meses	Ano 2008		Ano 2009	
	Temperatura média (°C)	Precipitação pluvial (mm)	Temperatura média (°C)	Precipitação pluvial (mm)
Janeiro	24,50	395,20	24,00	294,20
Fevereiro	23,30	385,30	24,50	251,60
Março	23,50	321,40	24,30	209,30
Abril	23,10	236,00	22,60	48,40
Maio	19,90	75,20	-	-
Junho	20,10	0,00	-	-
Julho	19,40	0,00	-	-
Agosto	22,50	18,80	-	-
Setembro	23,10	40,20	-	-
Outubro	25,40	68,80	-	-
Novembro	24,40	110,40	-	-
Dezembro	23,50	450,30	-	-
Média	22,70	-	23,9	-
Total	-	2101,60	-	803,50

Fonte: EPAMIG, 2009. Dados obtidos na estação climatológica da EPAMIG, em Uberaba.

A distribuição da precipitação pluvial no período seco (abril a setembro) e chuvoso (outubro a março) pode ser observada no Anexo 1.

3.3 Solo

O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999). O solo apresentou textura arenosa na profundidade de 0-10 cm com 135; 94 e 771 g dm⁻³ e textura média na profundidade de 10-20 cm com 185; 43 e 772 g dm⁻³ de argila, silte e areia, respectivamente. As análises de caracterização da textura do solo foram realizadas pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997) e as determinações químicas anteriores à implantação do experimento, de acordo com RAIJ et al. (1996).

Segundo a CFSEMG (1999) solos com teor de argila inferior a 150 g dm⁻³ são classificados como arenosos e entre 150 e 350 g dm⁻³ de argila são classificados como de textura média. A análise química do solo (Tabela 3) foi realizada em fevereiro de 2008, após o corte de uniformização da forragem. Os dados apresentados na Tabela 3

e Anexo 2, referem-se ao terceiro ano de aplicação da ARS na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, que teve início em 2005.

Tabela 3. Caracterização química do solo realizada em fevereiro de 2008.

Tratamentos	Profundidade (m)	pH CaCl ₂	M.O. g dm ⁻³	V %	T -----mmol _c dm ⁻³ ----	SB	H+Al
Testemunha	0 - 0,10	4,40	19,25	26,75	49,78	13,53	36,25
	0,10 - 0,20	4,13	17,00	14,00	45,50	6,50	39,00
100 m ³	0 - 0,10	4,80	20,75	41,50	54,63	22,88	31,75
	0,10 - 0,20	4,28	18,25	21,50	54,30	12,05	42,25
200 m ³	0 - 0,10	4,85	21,50	44,25	63,68	28,68	35,00
	0,10 - 0,20	4,23	17,75	20,25	59,78	12,53	47,25
300 m ³	0 - 0,10	5,35	23,50	61,25	71,15	44,40	26,75
	0,10 - 0,20	4,38	18,50	26,50	53,88	14,88	39,00
600 m ³	0 - 0,10	5,20	25,75	64,50	87,50	57,25	30,25
	0,10 - 0,20	4,45	21,00	29,00	60,25	17,25	43,00
		P mg dm ⁻³	K -----mmol _c dm ⁻³ -----	Ca			
Testemunha	0 - 0,10	45,00	0,78	8,50			
	0,10 - 0,20	44,25	0,50	4,00			
100 m ³	0 - 0,10	89,50	0,63	17,75			
	0,10 - 0,20	97,75	0,55	9,00			
200 m ³	0 - 0,10	184,00	0,68	24,25			
	0,10 - 0,20	179,00	0,53	9,75			
300 m ³	0 - 0,10	242,25	0,65	38,50			
	0,10 - 0,20	81,25	0,63	11,75			
600 m ³	0 - 0,10	430,00	0,75	51,50			
	0,10 - 0,20	114,50	0,50	14,25			
		B -----mmol _c dm ⁻³ -----	Cu	Fe	Mn	Zn	
Testemunha	0 - 0,10	0,25	3,20	51,75	4,55	3,00	
	0,10 - 0,20	0,27	3,40	48,75	3,25	2,43	
100 m ³	0 - 0,10	0,23	4,48	58,75	4,25	5,78	
	0,10 - 0,20	0,26	6,28	66,00	3,08	9,90	
200 m ³	0 - 0,10	0,26	7,68	66,50	4,33	9,98	
	0,10 - 0,20	0,28	9,10	124,00	3,75	9,80	
300 m ³	0 - 0,10	0,29	8,08	45,00	3,58	14,18	
	0,10 - 0,20	0,27	4,80	51,50	2,50	5,45	
600 m ³	0 - 0,10	0,34	13,70	50,25	3,88	20,83	
	0,10 - 0,20	0,31	5,20	60,00	2,58	6,70	

Caracterização realizada conforme metodologia descrita por Raij et al. (1996).

pH = utilizando o extrator CaCl₂; M.O = matéria orgânica; V = saturação por bases; CTC= capacidade de troca catiônica; SB= soma de bases.

3.4 Obtenção e caracterização da água residuária de suinocultura (ARS)

A água residuária de suinocultura (ARS) foi obtida a partir da criação de suínos confinados em galpões de recria e terminação pertencentes ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba.

Devido à lavagem diária das baias com água sob pressão, o dejetos gerado foi conduzido através de canaletas até as duas lagoas de estabilização existentes no setor, não seqüenciais, revestidas com manta de PVC flexível, cada uma com capacidade de armazenamento médio de 30.000 litros (L).

A ARS foi submetida a um período de estabilização de aproximadamente 60 dias na lagoa 1, e durante este período a segunda lagoa (lagoa 2) encontrava-se armazenando os dejetos diários, ou seja, o sistema foi dimensionado para funcionamento em sistema de rodízio. Enquanto a primeira lagoa (lagoa 1) promovia a estabilização da ARS, a segunda lagoa armazenava a produção diária. Quando a segunda lagoa estava próxima de sua capacidade total de armazenamento realizava-se o esvaziamento da primeira (em estabilização) e como medida de destinação dos resíduos realizava-se a aplicação controlada do ARS em áreas agrícolas do IFET – Uberaba.

Para a realização da coleta das amostras dos dejetos, retirou-se o líquido sobrenadante através de um tanque de sucção tratorizado da marca Maconel, a fim de se obter um resíduo com maior concentração de sólidos totais (ST). Instalou-se um reservatório em PVC na área experimental, o qual recebeu o volume coletado da lagoa, e antes de cada aplicação, o material foi homogeneizado com uma pá de madeira, tanto para ser aplicado nas parcelas quanto para ser amostrado e caracterizado (Tabela 4).

Foram coletados dois litros de amostra a cada aplicação, sendo esta encaminhada ao Laboratório de Solos do IFET, para a determinação do teor de sólidos totais (ST), em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C, segundo método descrito pela APHA (1995).

Tabela 4. Caracterização química da água residual de suinocultura utilizada durante o período experimental (fevereiro/2008 a abril/2009). Dados expressos na matéria seca (% MS).

Elementos											
Aplicações*	ST**	N***	P	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹						
1	5,70	3,87	2,09	3,99	0,23	0,20	34	19.050	525	2.025	675
2	4,50	2,53	1,10	1,77	0,17	0,27	30	11.300	94	550	164
3	6,83	3,54	1,94	3,29	0,38	0,29	31	16.075	475	2.225	825
4	8,13	3,60	2,31	4,23	0,36	0,53	74	18.025	575	1.900	850
5	10,98	2,83	3,28	4,49	0,38	0,28	50	19.975	475	1.425	1.400
6	5,81	3,26	2,33	4,65	0,28	0,28	41	17.875	575	2.000	975
7	7,56	2,42	1,89	4,44	0,25	0,22	10	24.400	360	1.570	680
8	4,65	3,86	2,16	5,11	0,33	0,30	9	13.400	490	2.050	840
Média	6,77	3,24	2,14	4,00	0,30	0,30	34,88	17.512	446	1.718	801

*1-Fev./08; 2-Abr./08; 3-Jun./08; 4-Ago./08; 5-Out./08; 6-Dez./08; 7-Fev./09; 8-Abr./09. **ST = sólidos totais; *** N total = nitrogênio total; P = fósforo; Ca = cálcio; Mg = magnésio; K = potássio; Na = sódio; Fe = ferro; Cu = cobre; Zn = zinco; Mn = manganês.

Os dados apresentados na Tabela 5 representam as quantidades totais de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) divididas em oito aplicações.

Após determinação dos ST, o material foi encaminhado ao Laboratório de Nutrição Animal das Faculdades Associadas de Uberaba para a determinação do nitrogênio total (AOAC, 1995) e fósforo (SILVA; QUEIROZ, 2002). Os elementos cálcio (Ca), potássio (K) e magnésio (Mg) foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica, modelo GBB, no Laboratório Central da Universidade Estadual Paulista – Campus de Jaboticabal.

As aplicações iniciaram-se em 12 de fevereiro de 2008, data esta em que ocorreu o corte de uniformização da forragem *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, e sucederam-se com intervalos de 60 dias, para efeito de maior decomposição dos compostos químicos dos dejetos pelos microrganismos do solo, principalmente em se tratando de doses elevadas, como as de 300 e 600 m³ ha⁻¹ ano⁻¹.

O corte de uniformização da forragem foi feito com o auxílio de um cutelo, deixando um resíduo com altura de 20 cm. O fator determinante, utilizado neste experimento para a realização dos cortes foi a altura da pastagem (30 cm). Para Pedreira et al. (2007) a altura pode ser usada como ferramenta de manejo para controle e monitoramento do processo de pastejo, e esta opção baseia-se no fato de que para se comparar adequadamente uma determinada variável, as plantas devem estar em uma condição fisiológica semelhante (GARDNER, 1986).

Tabela 5. Quantidade total de nutrientes, em kg ha⁻¹, aplicada pela água residuária de suinocultura. Dados expressos na matéria seca (% MS).

Aplicações*	Doses de ARS (m³)											
	100			200			300			600		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
kg ha ⁻¹												
1	27,57	14,89	1,43	55,15	29,78	2,85	82,72	44,67	4,28	165,44	89,35	8,55
2	15,41	6,19	1,52	30,83	12,38	3,04	46,24	18,56	4,56	92,48	37,13	9,11
3	30,91	16,56	2,48	61,81	33,13	4,95	92,72	49,69	7,43	185,43	99,38	14,86
4	36,99	23,48	5,39	73,98	46,95	10,77	110,97	70,43	16,16	221,95	140,85	32,32
5	39,25	45,02	3,84	78,51	90,04	7,69	117,76	135,05	11,53	235,52	270,11	23,06
6	24,40	16,92	2,03	48,80	33,84	4,07	73,21	50,76	6,10	146,41	101,53	12,20
7	23,06	17,86	2,08	46,12	35,72	4,16	69,17	53,58	6,24	138,35	107,16	12,47
8	22,61	12,56	1,74	45,22	25,11	3,49	67,83	37,67	5,23	135,66	75,33	10,46
Total	220,21	153,47	20,51	440,42	306,94	41,01	660,62	460,42	61,52	1321,24	920,83	123,03

*1-Fev./08; 2-Abr./08; 3-Jun./08; 4-Ago./08; 5-Out./08; 6-Dez./08; 7-Fev./09; 8-Abr./09.

3.5 Definição do experimento

Os dejetos gerados pelos suínos foram transportados por gravidade, através de canaletas até as lagoas de estabilização, para tratamento e posterior aplicação no pasto. Foram avaliados cinco tratamentos representados pelas doses de ARS (0; 100; 200; 300 e 600 m³ ha⁻¹ano⁻¹) coletadas em lagoa de estabilização, com o auxílio de tanque de sucção tratorizado.

A área utilizada para o experimento consistia em um módulo formado por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, localizado próximo às lagoas de estabilização que recebem os dejetos da suinocultura (Figura 1).



Figura 1 – Vista das instalações e lagoa de estabilização do setor de suinocultura do IFET Triângulo Mineiro - Campus Uberaba.

3.6 Aplicação dos dejetos

Os ARS foram aplicados nas parcelas manualmente, com o auxílio de um regador com volume de 10 L. Cada parcela foi fertirrigada em intervalos de 60 dias, a partir da data de uniformização (12/02/2008), totalizando oito aplicações ao final de 12 meses, pois devido à alta taxa de matéria orgânica adicionada ao solo, demanda-se maior tempo entre uma aplicação e outra para que os microrganismos do solo possam degradar a matéria orgânica, levando-se em consideração o clima da região.

3.7 Corte e amostragem da forragem

O manejo de algumas forrageiras estacionais, como a *Brachiaria*, por exemplo, varia em função das condições climáticas, espécie forrageira, dentre outros fatores. O manejo aplicado à pastagem foi uma simulação de pastejo, uma vez que não havia animais na área. A partir do corte de uniformização realizado em fevereiro de 2008, os demais cortes foram realizados quando a forragem atingia altura de 30 cm, sendo mantido um resíduo a 20 cm do solo.

O método adotado foi o corte da parcela total (Silveira et al., 2005), e à medida em que a forragem era cortada, a mesma era colocada sobre uma lona plástica mantida ao lado da parcela, preservando a amostragem de quaisquer tipos de perdas, para posterior pesagem em balança instalada na área experimental.

Após a pesagem da massa verde (parcela total), o material era revolvido e homogeneizado, e logo em seguida procedia-se a coleta das amostras a serem encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal para a realização da análise bromatológica, a fim de se obter a composição química da forrageira em função da dose de biofertilizante aplicada. Os nutrientes analisados referem-se à planta inteira (folhas e colmos).

A diferença entre a massa de forragem no pré pastejo e a massa de forragem do pós pastejo do ciclo de pastejo anterior dividido pelo intervalo em dias entre as medições um corte e outro foi utilizada para calcular a taxa de acúmulo de forragem (AGUIAR et al., 2004).

Práticas como o corte, pesagem e determinação da produção de forragem acumulada ($\text{kg MS ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) foram realizadas em intervalos que variaram de 37 a 81 dias, ao longo do período experimental, em função da época do ano, a qual afetou o crescimento da planta (Tabela 6). Foram amostradas e analisadas as 20 amostras (quatro blocos x cinco tratamentos) de cada corte.

Tabela 6. Frequência dos cortes realizados durante o período experimental.

Mês	Data do corte	Frequência de corte (dias)
Fevereiro	12/02/2008	Corte de uniformização
Abril	12/04/2008	60
Maio	31/05/2008	49
Agosto	21/08/2008	81
Outubro	20/10/2008	59
Dezembro	20/12/2008	60
Janeiro	28/01/2009	39
Março	07/03/2009	37
Abril	29/04/2009	52

Nas amostras de forragem foram analisados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), conforme metodologia descrita por Silva; Queiróz (2002). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram obtidos utilizando-se o método proposto por Goering; Van Soest (1970). Os macronutrientes fósforo (%), potássio (%), cálcio (%), magnésio (%) foram avaliados conforme metodologia descrita por BATAGLIA (1983).

A caracterização química dos dejetos foi realizada por meio da determinação da concentração de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV), segundo APHA (1998), os teores de nitrogênio total foram obtidos conforme AOAC (1995) e a caracterização mineral conforme BATAGLIA (1983).

3.8 Delineamento estatístico

O delineamento experimental adotado foi em blocos completos casualizados (DBC) com cinco tratamentos (representados pelas doses) e quatro repetições, totalizando 20 parcelas, cada qual com área de 16m², em esquema de parcelas subdivididas no tempo. Os tratamentos diferiram-se quanto à dose de dejetos aplicada, sendo o tratamento 1: testemunha; tratamento 2: 100 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS; tratamento

3: 200 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS; tratamento 4: 300 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS e tratamento 5: 600 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS. Optou-se pela quantificação dos tratamentos em função da unidade de volume (m³).

Todas as variáveis receberam o tratamento estatístico pelo *software* SISVAR 5.1 (Ferreira, 2007). Realizou-se análise de variância com teste de Tukey, com nível de significância de 5% e, em função da significância para as variáveis, foram ajustadas equações de regressão. Na Figura 2 observa-se a distribuição das parcelas e dos tratamentos na área experimental.

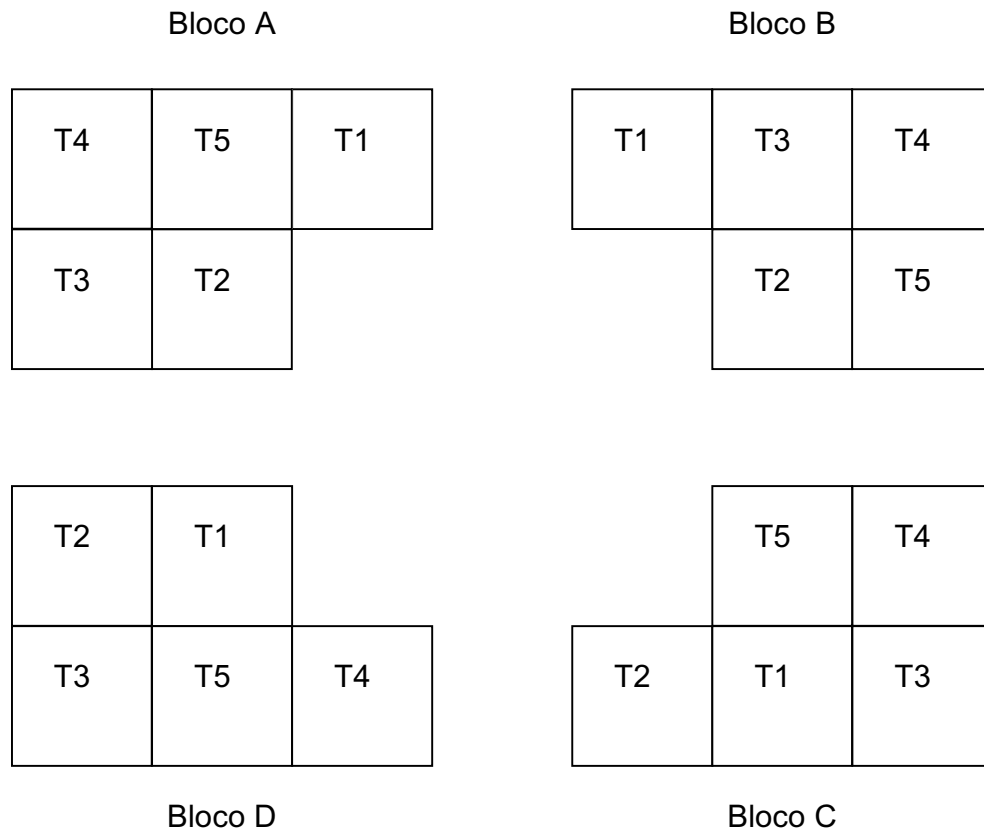


Figura 2 – Croqui da área experimental.

A área constava de quatro blocos, os quais foram distribuídos após sorteio dos tratamentos. Cada parcela ocupava uma área de 4 m x 4 m (16 m²) e a distância entre as mesmas era de 0,5 m. Durante as coletas desprezou-se uma área de bordadura definida em 0,5 m em todo o contorno da parcela, ou seja, a parcela útil possuía 3 m x 3 m (9 m²).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de massa seca (PMS)

Os dados apresentados na análise de variância do Anexo 3 indicam que houve interação entre os tratamentos avaliados e a época de corte, possivelmente em decorrência do comportamento estacional da forragem. A estacionalidade é caracterizada por variações na disponibilidade e qualidade da forragem em resposta às alterações nas condições climáticas, as quais não permitem que as plantas forrageiras tenham crescimento uniforme.

Conforme apresentado na Tabela 2 verifica-se que nos meses que antecederam ao primeiro corte da forragem para avaliação da PMS houve alta disponibilidade de chuva, o que favoreceu as condições de umidade do solo para que a forragem absorvesse os nutrientes aplicados pela água residuária desde fevereiro de 2008. Foram necessários 60 dias para a mineralização dos compostos químicos no solo e posterior extração pelo sistema radicular.

A produção de massa seca (PMS) foi influenciada pela disponibilidade hídrica dos meses em que houve maior precipitação pluvial com relação aos meses de menor precipitação (maio, agosto e outubro de 2008).

As médias apresentadas na Tabela 7 evidenciam, no primeiro corte (abril de 2008), os benefícios da precipitação pluviométrica refletiram em maior produção de massa seca (4.230 kg MS ha⁻¹) quando comparada aos três cortes subsequentes (maio, agosto e outubro de 2008) que foram menores estatisticamente ($P < 0,05$) que o primeiro corte.

As PMS observadas de maio a outubro de 2008 não diferiram-se entre si em função do déficit hídrico e menor luminosidade do período, que refletiu em menor taxa de fotossíntese, e conseqüentemente, lento crescimento da forragem. Contudo, mesmo com o fornecimento de nutrientes em diferentes quantidades à forragem, não houve resposta devido às condições climáticas desfavoráveis do período. Tal fato era esperado e deve-se às baixas temperaturas e precipitação pluvial nos meses do período de seca. Entretanto, não houve ocorrência de temperaturas inferiores a 15°C, a qual é considerada limitante para o crescimento da planta associada à baixa intensidade luminosa (AGUIAR; DRUMOND, 2002)..

Tabela 7. Efeito da dose aplicada sobre a produção de massa seca (kg MS ha⁻¹) obtida ao longo do período experimental.

Tratamentos	Cortes*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Testemunha	3780 Ba	613 Acd	313 Ad	239 Ad	221 Dd	1627 Bbc	2191 Bb	1799 Abc
100 m ³	3983 Ba	729 Acd	214 Ad	295 Ad	1250 CDcd	4161 Aa	2594 ABb	1846 Abc
200 m ³	3822 Bb	513 Ad	279 Ad	419 Ad	2196 BCc	5117 Aa	3025 ABbc	1865 Ac
300 m ³	4165 Bab	462 Ae	559 Ae	933 Ade	3137 ABbc	5180 Aa	3000 ABbc	2038 Acd
600 m ³	5403 Aa	576 Ac	378 Ac	966 Ac	3738 Ab	5269 Aa	3601 Ab	2848 Ab
Média	4231 a	578 c	349 c	571 c	2108 b	4271 a	2882 b	2079 b

*1=12/04/2008; 2 = 31/05/2008; 3 = 21/08/2008; 4 = 20/10/2008; 5 = 20/12/2008; 6 = 28/01/2009; 7 = 07/03/2009; 8 = 29/04/2009. Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O mês de dezembro de 2008 (quinto corte) foi precedido de um longo período de estiagem, mas a precipitação verificada nos meses de novembro e dezembro de 2008 foi suficiente para que a forragem respondesse ao acúmulo de umidade no solo e disponibilidade de nutrientes adequados para seu crescimento, apresentado PMS de 2.108 kg MS ha⁻¹.

A PMS observada no mês de janeiro de 2009 (4.271 kg MS ha⁻¹) não diferenciou-se daquela apresentada no primeiro corte ($P>0,05$), devido às condições ambientais adequadas do período e à concentração de sólidos totais da água residuária utilizada na aplicação do mês de dezembro de 2008 ter sido próxima de 11%. Desta forma, o teor de sólidos contribuiu para o crescimento da forragem e, conseqüentemente, aumento da produção de massa seca, juntamente com a umidade do solo que forneceu condições de absorção dos nutrientes pelo sistema radicular.

Não foram verificadas diferenças significativas ($P>0,05$) entre os cortes realizados nos meses de março e abril de 2009, provavelmente devido à redução da disponibilidade hídrica presenciada a partir de dezembro de 2008.

Comparando-se as médias obtidas nos tratamentos, verifica-se diferenças significativas ($P<0,05$) entre as mesmas comparadas à testemunha, bem como entre as doses de 100; 300 e 600 m³. Verifica-se que, as condições ambientais contribuíram para uma melhor extração dos nutrientes, à medida que os mesmos aumentaram em função das doses aplicadas, gerando aumento da produção de massa seca. Foram observados aumentos na PMS da ordem de 39,76; 59,87; 80,56 e 111,20%, para as doses de 100, 200, 300 e 600 m³ respectivamente, comparadas à testemunha.

Diante dos resultados obtidos, pode-se inferir que, com a aplicação de 300 e 600 m³ de ARS há maior disponibilidade de massa de forragem a ser ofertada aos animais que estiverem sob pastejo. Para recomendar uma dose a ser aplicada, pode-se utilizar o aumento proporcional da produção com relação à testemunha para estimar o número de animais que esta produção poderá atender, desde que haja disponibilidade de área para aplicar tal volume de água residuária.

Costa et al. (2005) também observaram que a precipitação e a umidade relativa foram as características climáticas que mais variaram e influenciaram a produção de MS, o que também foi verificado neste trabalho. Para uma alta produtividade de massa

seca, além da umidade, a planta necessita de temperaturas ideais para atingir sua produção máxima. Enquanto a umidade por si é importante para o desenvolvimento e produção da planta, a temperatura ideal favorece o desenvolvimento através da assimilação do CO_2 , H_2O e nutrientes.

A PMS observada com a aplicação de 100 m^3 nos cortes compreendidos entre janeiro a abril de 2009 do presente trabalho foi superior ($8.600 \text{ kg MS ha}^{-1}$) à encontrada por Barnabé et al. (2007) quando aplicaram doses de 100 ($5.223 \text{ kg MS ha}^{-1}$) e 150 m^3 ($6.390 \text{ kg MS ha}^{-1}$) de ARS no capim Marandu. A maior PMS observada no presente experimento pode estar relacionada ao teor de sólidos totais dos dejetos aplicados e também às condições ambientais.

O aumento na PMS da *Brachiaria brizantha* cv Marandu também foi observado por Rosa et al. (2002) quando utilizaram doses de 100 a 200 m^3 de ARS, no período de janeiro a abril, em intervalos de 35 dias. Os autores obtiveram com a aplicação de 200 m^3 produção inferior à obtida no presente trabalho (8.518 kg ha^{-1} de MS) com a dose de 100 m^3 (8.600 kg ha^{-1}) no mesmo período.

O intervalo de aplicação dos dejetos pode interferir no crescimento da forragem, juntamente com a frequência de corte, que estimula o crescimento dos meristemas. No presente experimento os intervalos entre corte foram superiores a 35 dias, pois adotou-se uma altura pré-estabelecida para o corte (30 cm). A ARS forneceu nutrientes para o atendimento das exigências fisiológicas da planta, favorecendo seu crescimento em conjunto aos fatores relacionados ao manejo estabelecido pela altura correspondente à espécie.

Freitas et al. (2005) observaram que a aplicação de $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de ARS proporcionou PMS média de 2.269 kg ha^{-1} no intervalo de novembro de 2003 a abril de 2004, produção esta inferior à encontrada neste trabalho na mesma dose. Quando avalia-se trabalhos em que se utilizam água residuária de suinocultura ou qualquer outra fonte de resíduos animais deve-se observar as condições climáticas em que a forragem está submetida (período do ano), e principalmente a concentração de nutrientes presentes no resíduo e as características de solo, para então inferir se a mineralização dos resíduos aplicados será bem sucedida na reciclagem dos nutrientes.

Menezes et al. (2009) confirmaram que a aplicação de ARS promoveu acréscimo na PMS do capim Marandu em relação à testemunha de 34,2 e 32,1% referente à adubação mineral e 150 m³ ha⁻¹ de ARS, respectivamente. Neste experimento, o aumento em relação à testemunha foi de 11 e 62% nas doses de 100 e 600 m³ ha⁻¹, respectivamente, nos meses de dezembro e janeiro de 2009. Esses resultados reforçam a importância e o benefício da adição de resíduos orgânicos em pastagens como potenciais fornecedores de nutrientes às plantas, em substituição aos adubos minerais, principalmente em solos deficientes, como os do Cerrado.

Os resultados obtidos neste trabalho tanto com o tratamento testemunha quando para as doses de 100 e 200 m³ de ARS ha⁻¹ do mês de abril de 2008 aproximam-se dos encontrados por Silva et al. (2005) em período chuvoso (3.825,75 kg MS), quando avaliaram a produtividade da *Brachiaria decumbens* com aplicação de 240 m³ de ARS ha⁻¹. A aplicação de ARS deve ser utilizada pensando em aplicações sucessivas, de modo a promover a reciclagem de nutrientes sem aumento dos riscos de contaminação do solo e das águas subterrâneas, sem acúmulos excessivos com doses elevadas (600 m³).

A disponibilidade de forragem obtida nas doses de 300 e 600 m³ de dejetos (Tabela 5) também pode ser atribuída ao efeito do nitrogênio presente no dejetos, responsável por significativo aumento nas taxas das reações enzimáticas e no metabolismo das plantas, que neste trabalho não limitou a produção.

O efeito da dose de ARS pode ser estudado pela curva de regressão apresentada na Figura 3. O comportamento quadrático da curva indica que, a continuidade da aplicação de 600 m³ de ARS por tempos prolongados, poderia afetar a absorção dos nutrientes pelo sistema radicular da planta, acarretando uma instabilidade da produção de forragem, em função da saturação de nutrientes no solo. Vale ressaltar que os dados de PMS variam de acordo com o sistema de manejo adotado, ou seja, em condições de sequeiro ou sistemas irrigados. Verifica-se boa correlação entre a produção e as doses aplicadas, com R² da ordem de 0,99, no sistema de manejo adotado neste trabalho (sequeiro).

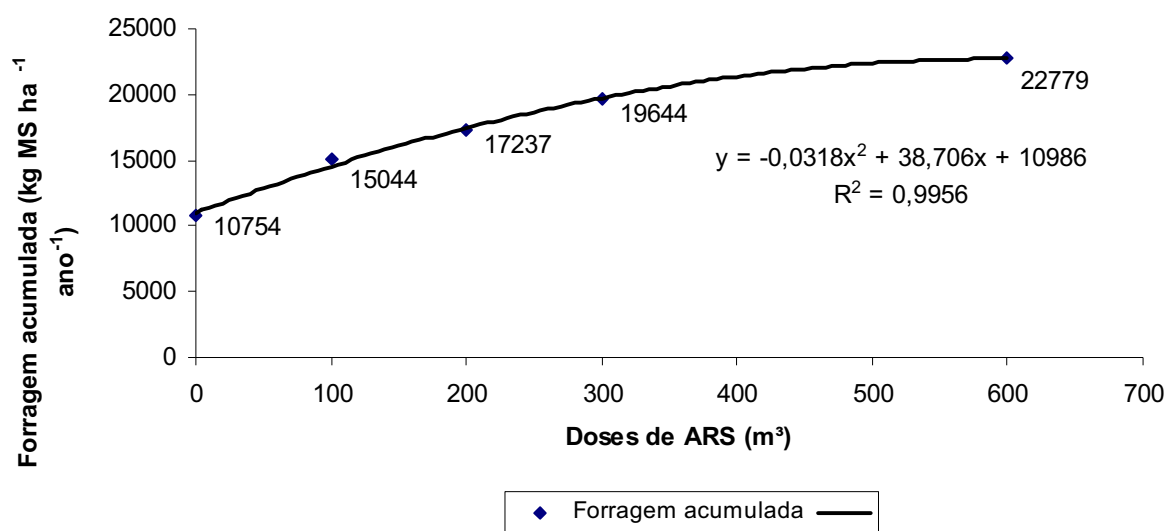


Figura 3 - Forragem acumulada (kg MS ha⁻¹ ano⁻¹) em função das doses aplicadas no período 12/fev./08 a 29/abr./09.

Os resultados obtidos neste trabalho para as doses de 200 a 600 m³ aproximaram-se daqueles encontrados por Pedreira et al. (2007) quando avaliaram o crescimento e o acúmulo de matéria seca da *Brachiaria brizantha* cv Marandu na primavera e verão, obtendo produções que variaram de 17.380 a 22.760 kg MS ha⁻¹ ano⁻¹.

Aguiar e Silva (2002) avaliando o acúmulo de matéria seca anual do capim braquiarião adubado e irrigado, em Selvíria, MS, constataram uma produção de forragem acumulada de 21.770 kg MS ha⁻¹ ano⁻¹, valor este próximo ao encontrado no presente trabalho com a aplicação de 600 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (22.779 kg MS ha⁻¹ ano⁻¹). Os resultados obtidos com a aplicação de ARS corroboram com a opinião de diversos autores quando relataram que a mesma pode substituir o adubo mineral, em sistemas irrigados ou em sequeiro.

Cunha (2009), após dois anos de avaliação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com ARS nas mesmas doses estudadas no presente trabalho, recomendou a utilização de doses menores que 300 m³ de ARS, em função destas fornecerem os nutrientes necessários e apresentarem menores riscos de impactos ambientais.

Entretanto, para uma recomendação segura da dose de ARS a ser aplicada na pastagem, deve-se levar em consideração o nível de produção de forragem que se deseja obter, sendo este fator dependente do sistema de manejo em utilizado.

Uma vez que a produção de massa seca está vinculada ao manejo adotado, visando maior acúmulo de forragem, poder-se-ia sugerir o uso da irrigação, desde que precedida de condições que preservem o meio ambiente. Utilizando-se sistemas de irrigação na pastagem, pode-se assegurar condições de umidade no solo adequadas e aplicar quantidades menores de água residuária, com teores de sólidos totais menores que os utilizados no presente trabalho, e por períodos maiores.

Essa visão de redução de riscos ambientais deve ser considerada quando se trabalha com aplicação de resíduos animais no sistema solo-planta, pois pode promover alterações no balanço de nutrientes desse sistema se não for utilizada com critérios.

4.2 Taxa de acúmulo de forragem (TAF)

A taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) é uma ferramenta muito utilizada no manejo da pastagem, e assegura o correto monitoramento da taxa de lotação (UA ha^{-1}) de uma determinada área, uma vez que, em função da quantidade de massa seca acumulada diariamente, o produtor poderá ajustar a carga animal para consumir tal produção.

Os dados apresentados no Anexo 4 evidenciam que houve efeito de tratamento e tempo para a taxa de acúmulo de forragem de forma independente.

A TAF foi calculada a partir dos resultados obtidos de massa de forragem produzida por hectare, levando-se em consideração o intervalo entre um corte e outro.

A partir dos parâmetros obtidos de produtividade (kg MS ha^{-1}) foram calculadas as taxas de acúmulo de forragem (TAF), ou seja, a quantidade de massa seca acumulada por hectare por dia, conforme indicam os dados apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Taxa de acúmulo de forragem (kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) obtida ao longo do período experimental.

Tratamentos	Cortes*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Testemunha	63,00 Aab	12,51 Aab	3,86 Ac	4,02 Ac	3,68 Ac	77,70 Ba	59,21 Aab	34,60 Aab
100 m ³	66,38 Ab	14,87 Ab	2,64 Ab	5,01 Ab	20,83 Ab	181,50 Aa	70,10 Ab	35,50 Ab
200 m ³	63,70 Abc	10,47 Ac	3,44 Ac	7,10 Ac	36,60 Abc	175,89 Aa	81,77 Ab	35,87 Abc
300 m ³	69,42 Abc	9,42 Ac	6,90 Ac	15,82 Abc	52,29 Abc	215,95 Aa	81,08 Ab	39,19 Abc
600 m ³	90,05 Ab	11,75 Ac	4,67 Ac	16,37 Ac	62,29 Abc	219,26 Aa	97,31 Ab	54,78 Abc
Média	70,51 bc	11,80 d	4,30 d	9,67 d	35,14 cd	174,06 a	77,89 b	39,99 bcd

*1=12/04/2008; 2 = 31/05/2008; 3 = 21/08/2008; 4 = 20/10/2008; 5 = 20/12/2008; 6 = 28/01/2009; 7 = 07/03/2009; 8 = 29/04/2009.

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A TAF subsidia o manejo da pastagem vislumbrando a intensificação da pressão de pastejo, e pode ser usada para assegurar que não ocorram situações de sub ou superpastejo, ou seja, uma taxa de lotação acima da capacidade de suporte da pastagem.

Quando existe o cuidado de se explorar a área de forma racional, inserindo no ambiente pastoril a carga animal compatível à massa de forragem produzida por dia, torna-se mais fácil adequar o manejo da pastagem em função da disponibilidade de alimento ofertado diariamente aos animais em pastejo, e consequentemente há uma garantia de preservação da área.

O manejo da pastagem deve considerar os efeitos da adubação e do cultivar utilizado, principalmente na fase de alta taxa de acúmulo de MS, objetivando evitar queda acentuada do valor nutritivo da forragem (QUADROS; RODRIGUES, 2006).

Os resultados apresentados na Tabela 8 indicam que as maiores doses aplicadas (300 e $600 \text{ m}^3 \text{ ARS ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) diferiram-se estatisticamente ($P < 0,05$) do tratamento testemunha, porém não foram diferentes ($P > 0,05$) das doses de 100 e $200 \text{ m}^3 \text{ ARS ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Neste caso, pode-se inferir que as doses de ARS não foram determinantes no aumento da taxa de acúmulo de forragem, mas sim na produtividade ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), conforme foi apresentado na Tabela 8, sendo que a TAF foi calculada a partir da produção de massa seca.

Observando o desdobramento do tempo (cortes) nota-se seu efeito sobre a TAF, principalmente no sexto corte (janeiro/2009), em que diferenciou-se estatisticamente ($P < 0,05$) dos demais cortes, condição esta possivelmente atribuída às condições climáticas da época em questão e rápido crescimento da forragem. Na aplicação da ARS realizada no quinto corte (dezembro/2008) o teor de sólidos totais da ARS estava próximo de 11%, e após 60 dias de decomposição desta matéria orgânica o sistema radicular da forragem apresentava condições de extrair os nutrientes necessários ao seu crescimento, e isto refletiu em maior produção de massa seca, e consequentemente, na taxa de acúmulo de forragem.

O sétimo corte (março/2009) foi estatisticamente ($P < 0,05$) diferente do sexto corte, porém com comportamento semelhante com relação ao primeiro e oitavo cortes. Nos meses em que foram realizados o segundo (maio/2008), terceiro (agosto/2008) e

quarto (outubro/2008) cortes, verificou-se o efeito da baixa precipitação pluvial e menor fotoperíodo interferindo no crescimento da planta, e consequentemente, resultando em menor acúmulo de forragem.

Os dados apresentados na Figura 4 indicam que as maiores TAF foram obtidas no primeiro, sexto e sétimo cortes, ou seja, meses com ocorrência de altas precipitações pluviais (dezembro/2008, janeiro e março/2009).

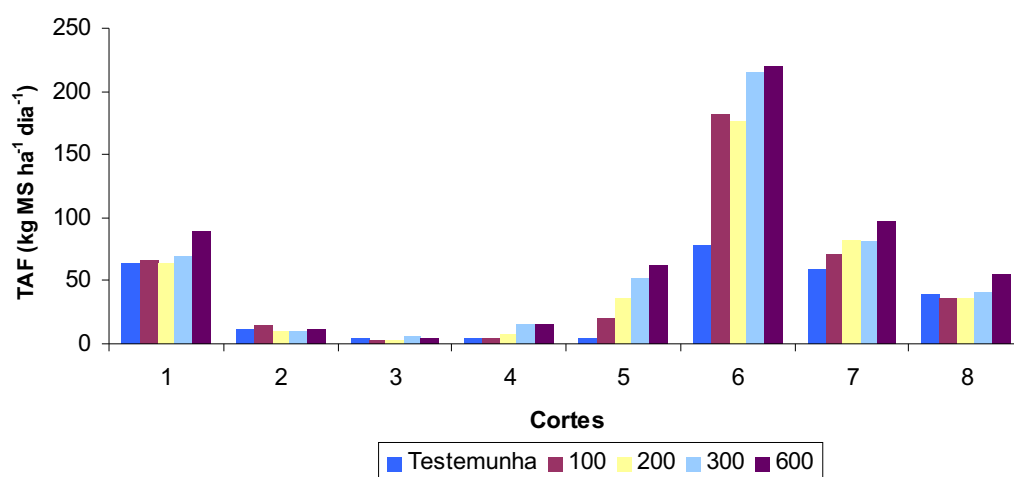


Figura 4 – Taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg MS ha}^{-1}\text{dia}^{-1}$) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com ARS no período de 12/abr./08 a 29/abr./09. Cortes: 1=12/04/2008; 2 = 31/05/2008; 3 = 21/08/2008; 4 = 20/10/2008; 5 = 20/12/2008; 6 = 28/01/2009; 7 = 07/03/2009; 8 = 29/04/2009.

Com base nos resultados expostos na Figura 4, nota-se que, a TAF aumentou em função das doses de ARS aplicadas, confirmando que as maiores doses (300 e 600 m^3) diferiram-se da testemunha (Tabela 9). A produção de massa seca também foi maior utilizando-se estas doses de ARS, logo os valores médios de TAF observados nas doses de 300 e 600 m^3 acompanharam o comportamento da PMS e apresentaram-se superiores àquele encontrado por Aguiar et al. (2004) quando avaliaram o efeito das estações do ano sobre a TAF das forrageiras Mombaça, Tanzânia e Tifton 85, cujo valor médio obtido foi $65 \text{ kg MS ha}^{-1}\text{dia}^{-1}$.

Os resultados apresentados para a taxa de acúmulo permitem, ao produtor rural, manejar a pastagem nos meses de maior disponibilidade hídrica com uma maior pressão de pastejo, de modo que a pastagem apresente produção de massa seca compatível com a taxa de lotação da área.

Em métodos de pastoreio com lotação rotacionada, a TAF é um parâmetro bastante eficiente no monitoramento e manutenção da pastagem, uma vez que evita-se incorrer no erro de instalar um número maior de animais em determinada área, sem que a mesma tenha forragem disponível para alimentá-los. Desta forma, em se pensando na produtividade animal (kg PV ha^{-1}), quanto melhor manejada a pastagem, maior será o ganho por área.

Para que se possa recomendar a melhor dose em função da produção de massa seca, buscou-se avaliar a eficiência de utilização dos nutrientes pela forragem em questão (Tabela 9), a fim de não incorrer em erros de dosagem e saturação de nutrientes no solo.

Tabela 9. Eficiência de utilização dos nutrientes ($\text{kg nutriente kg MS}^{-1}$).

Tratamentos	N (kg N kg MS^{-1})	P (kg P kg MS^{-1})	K (kg K kg MS^{-1})	Forragem acumulada ($\text{kg MS ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$)
100 m ³	68,32	98,02	733,49	15.044
200 m ³	39,14	56,16	420,31	17.237
300 m ³	29,74	42,66	319,31	19.644
600 m ³	17,24	24,74	185,15	22.779

De acordo com os dados apresentados na Tabela 9, observa-se que a eficiência de utilização dos nutrientes pela forrageira diminuiu com o aumento da dose aplicada. Isto evidencia que a menor dose (100 m³ de ARS) teve um melhor aproveitamento dos nutrientes para produzir um kg de massa seca. Embora os resultados de forragem acumulada tenham aumentado com relação às doses aplicadas, nota-se que o aumento não foi proporcional.

Levando-se em consideração os resultados apresentados na Figura 4, nota-se que a forragem utilizou com maior eficiência os nutrientes fornecidos pela dose de 100 m³ de ARS, com relação às demais, ou seja, apresentou um incremento de 28,52% com relação à testemunha. Entre as doses o incremento foi diminuindo, em virtude do acúmulo de fósforo, potássio e outros elementos, principalmente na camada superficial (0-0,10 m) do solo que pode ser observado no Anexo 2.

A baixa eficiência na utilização dos nutrientes (N, P e K) reforça que houve deposição dos mesmos no solo, e com base na análise apresentada no Anexo 2, pode-se inferir que a longo prazo, o uso de doses superiores a 100 m³ causaria um acúmulo de nutrientes no solo, e dependendo das características físicas do mesmo, tais nutrientes poderiam atingir o lençol freático, acarretando problemas ambientais.

4.3 Composição bromatológica

Os dados expostos no Anexo 5 apresentam a interação entre as doses aplicadas e a época dos cortes ($P < 0,05$) para a matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose.

Através do desdobramento da interação (tratamento x tempo) foram obtidos os teores médios de MS, PB, FDN, FDA e HEM, conforme indicam as Tabelas 9, 10, 11 e 12.

4.3.1 Massa seca (MS)

Os dados apresentados na Tabela 10 expressam a interação entre os tratamentos e o tempo (cortes) para os teores médios de massa seca.

Não foram encontradas diferenças significativas ($P > 0,05$) nos dois primeiros cortes, mostrando que na presença de umidade, a aplicação dos dejetos não influenciou esta variável.

Os maiores percentuais de MS foram registrados nos cortes realizados nos meses de déficit hídrico (maio, agosto e outubro de 2008), portanto, os menores teores

concentraram-se nas forragens cortadas nos meses de maior disponibilidade hídrica (dezembro, janeiro e março de 2009), independentemente dos tratamentos. As diferenças nos teores de MS entre as épocas de corte provavelmente estão relacionadas ao comportamento fisiológico da planta forrageira, coincidindo com o período favorável do ano, com a maior disponibilidade de nutrientes decorrente dos tratamentos, ocasionando maior desenvolvimento vegetativo.

Analisando-se as médias obtidas, o tratamento representado pela maior dose de ARS (600 m³) diferiu-se estatisticamente ($P < 0,05$) dos tratamentos testemunha, 100 e 200 m³ de ARS. Estes resultados indicam que, com o fornecimento de uma maior quantidade de nutrientes, a forragem os absorveu de acordo com sua exigência, ocorrendo desta forma, aumento na absorção daqueles que formarão o conteúdo celular (compostos solúveis) e diminuindo aqueles utilizados para a formação da parede celular. O incremento de nutrientes no solo aliado à disponibilidade hídrica auxilia na extração e crescimento da planta, reduzindo o espessamento da parede celular.

Em alguns meses do período experimental, os teores de massa seca variaram com as condições climáticas (umidade, temperatura e luminosidade) e com um menor intervalo entre cortes. A forragem apresentou crescimento homogêneo e menores valores de massa seca, independentemente da dose de ARS aplicada.

Tabela 10. Teores médios de massa seca (%) obtidos ao longo do período experimental.

Tratamentos	Cortes*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Testemunha	34,19Ab	34,10Ab	63,70Aa	32,03Ab	27,84Ab	34,11Ab	26,50Ab	31,63Ab
100 m ³	31,36Abc	33,83Ab	69,91ABa	30,07Abcd	22,30ABd	33,31Abc	25,90Acd	35,50Abc
200 m ³	31,52Abc	33,17Abc	57,68Ba	29,76Abc	19,76Bd	33,57Abc	26,51Acd	35,87Ab
300 m ³	30,75Ab	32,30Ab	48,85Ca	29,86Ab	18,78Bc	32,31Ab	25,60Abc	39,19Ab
600 m ³	29,68Abc	30,55Abc	47,50Ca	28,95Abc	16,94Bd	27,47Abc	23,52Acd	54,78Ab
Média	31,50 bc	32,79 b	57,53 a	30,14 bc	21,12 d	32,15 b	25,61 cd	32,87 b

*1=12/04/2008; 2 = 31/05/2008; 3 = 21/08/2008; 4 = 20/10/2008; 5 = 20/12/2008; 6 = 28/01/2009; 7 = 07/03/2009; 8 = 29/04/2009.

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre o tratamento testemunha para com as doses de 200, 300 e 600 m³. Constata-se pelos dados apresentados na Tabela 4, que em dezembro de 2008 os dejetos apresentaram a maior concentração de sólidos totais (10,98%) e isso proporcionou maior extração dos nutrientes na presença de condições climáticas favoráveis (disponibilidade hídrica, temperatura, fotoperíodo) associada ao manejo adequado da pastagem (frequência e altura de corte). Segundo Corrêa et al. (2007) adubações com doses elevadas de nitrogênio aumentam o teor de água na forragem, e reduzem o teor de carboidratos estruturais.

Os teores médios de MS encontrados nesta pesquisa foram superiores aos obtidos por Medeiros et al. (2007) em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com doses de 180 m³ de ARS parceladas em cinco vezes

De modo geral, confirmou-se a redução nos teores médios de MS com o aumento da dose de ARS aplicada (Figura 5), situação esta também observada por Corrêa et al. (2007). Gama-Rodrigues et al. (2002) também encontraram efeito quadrático na análise de regressão para os teores de massa seca da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, e segundo os autores esse padrão de comportamento é comum para esta variável em função do tempo.

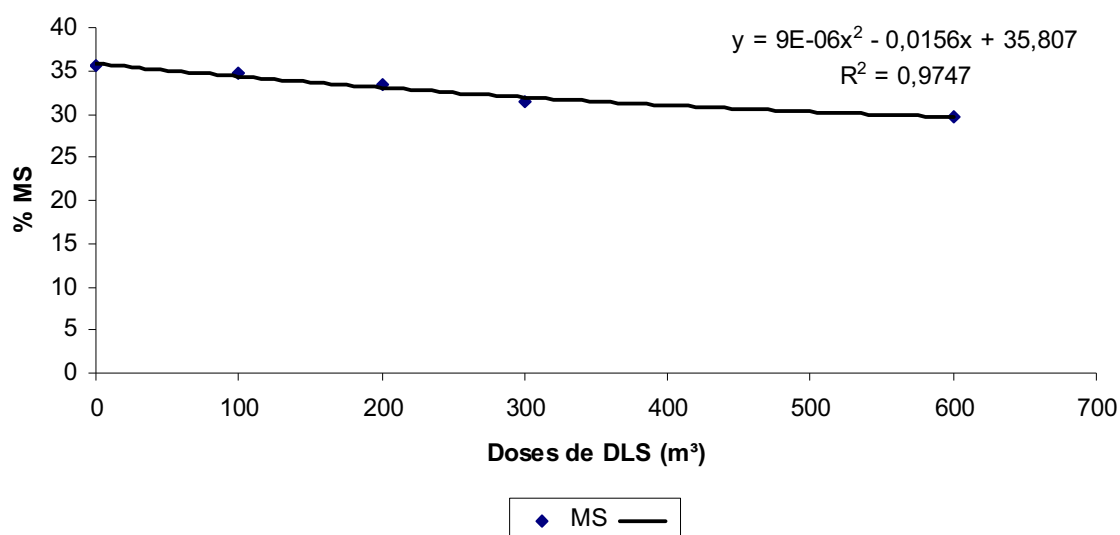


Figura 5 – Teores médios de massa seca (MS) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu avaliada no período de abril de 2008 a abril de 2009.

Os nutrientes da forragem estão contidos na massa seca, portanto, em se tratando da utilização de gramíneas tropicais na nutrição animal, com o intuito de minimizar os custos da dieta de bovinos, os quais são onerosos para o produtor em função da fonte de proteína, encontra-se nos resultados expostos uma alternativa para a obtenção de melhores desempenhos zootécnicos a partir da ARS. Menores teores de MS indicam um melhor valor nutritivo, e conseqüentemente, maiores teores de proteína e energia disponíveis aos microrganismos ruminais.

Analisando-se a média do desdobramento dos tratamentos em cada nível de tempo, observa-se que nos meses em que a precipitação pluvial foi mais acentuada (dezembro/2008 e março/2009) foram obtidos os menores percentuais de massa seca, os quais apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) com os demais meses.

4.3.2 Proteína bruta (PB)

Os teores médios de PB obtidos pela interação tratamento x tempo, variaram de 8,43 a 14,39%, com diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 11).

Para que os nutrientes dos dejetos sejam incorporados ao solo e extraídos pelo sistema radicular, a forragem precisa estar em equilíbrio com o meio, ter disponibilidade hídrica, temperatura e fotoperíodo adequados, que juntos irão favorecer à lenta degradação dos resíduos no solo e ao acúmulo dos nutrientes na área foliar, principalmente o nitrogênio.

Na análise dos teores de PB faz-se necessário recorrer aos dados apresentados nas Tabelas 4 e 5, a fim de se verificar as concentrações de sólidos totais presentes nos dejetos e a quantidade total de nitrogênio aplicada em cada tratamento. A influência da fertilidade do solo reflete-se na composição química da planta, agindo diretamente nos teores de PB, fósforo e potássio, e, conseqüentemente, na digestibilidade e consumo das forrageiras

Tabela 11. Teores de Proteína bruta (%), com base na MS obtidos obtida ao longo do período experimental.

Tratamentos	Cortes*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	Média
Testemunha	5,37 Cd	6,50 Cd	5,73 Cd	11,45 Bb	9,25 Cbc	15,31 Ca	7,69 Ccd	6,16 Cd	8,43 D
100 m³	8,04 Bc	8,35 BCc	7,26 BCc	15,74 Aa	12,83 Bb	16,67 BCa	9,73 BCc	9,69 Bc	11,04 C
200 m³	10,75 Acd	9,32 Bcd	8,43 Bd	17,58 Aa	14,72 ABb	17,95 Ba	11,46 ABC	12,00 ABC	12,78 B
300 m³	10,39 ABcd	10,49 ABcd	8,72 Bd	16,80 Aa	14,06 ABb	18,06 Ba	13,26 Ab	12,53 Abc	13,04 AB
600 m³	11,61 Ac	11,96 Ac	11,90 Ac	15,76 Ab	15,69 Ab	22,23 Aa	13,40 Abc	12,62 Ac	14,39 A
Média	9,23 de	9,32 de	8,41 e	15,47 b	13,31 c	18,04 a	11,11 d	10,60 d	

*1=12/04/2008; 2 = 31/05/2008; 3 = 21/08/2008; 4 = 20/10/2008; 5 = 20/12/2008; 6 = 28/01/2009; 7 = 07/03/2009; 8 = 29/04/2009. Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados apresentados na Tabela 11 indicam que as condições climáticas favoráveis observadas no quarto (outubro/2008), quinto (dezembro/2008) e sexto (janeiro/2009) cortes propiciaram maiores médias para o teor de proteína bruta, sendo estatisticamente diferentes ($P < 0,05$) dos demais cortes. As precipitações pluviais associadas às temperaturas adequadas do período favoreceram o desenvolvimento vegetativo da forrageira com maior extração dos nutrientes requeridos.

Com relação ao desdobramento de cada tratamento, nota-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as doses de 100, 200 e 600 m³ de ARS com relação ao tratamento testemunha, provavelmente em virtude do aumento da concentração do nitrogênio presente nos dejetos, que variou em função da dose aplicada.

Em determinados momentos do período experimental, foi possível observar que mesmo em condição de estresse hídrico (maio, agosto, outubro de 2008), a forragem respondeu à adubação na dose de 600 m³ de maneira similar ao mês de abril do mesmo ano, nesta mesma dose. Os teores de PB obtidos no terceiro corte são explicados pelo déficit hídrico próprio do período.

Esperava-se uma redução expressiva dos teores de PB no terceiro corte (agosto/2008) em função do déficit hídrico, porém a composição química dos dejetos (umidade e sólidos totais) contribuiu para que o sistema radicular tivesse condições de extrair os nutrientes necessários ao desenvolvimento da forragem.

De acordo com Monteiro et al. (2004) as alterações na pluviosidade e na temperatura são altamente determinantes na absorção de nutrientes e no crescimento das plantas forrageiras, o que resulta em concentrações não uniformes dos nutrientes no decorrer do ano. Os autores enfatizaram a influência da idade da planta e/ou do período de crescimento na absorção de nutrientes.

Em virtude do acúmulo de nutrientes no solo provenientes das aplicações anteriores, no sexto corte (janeiro/2009) observou-se que a forrageira respondeu melhor à adubação com ARS. Os teores de PB aumentaram, comparados aos obtidos no corte anterior (dezembro/2008) e a concentração de ST presente nos dejetos foi menor (Tabela 4), com maior teor de umidade. Neste caso, mesmo na presença de condições climáticas adequadas para o período, o fator principal para o aumento da PB na

forrageira foi a quantidade de dejetos aplicados, através do fornecimento dos nutrientes necessários para atenderem às exigências da forragem.

A maior média obtida para PB (14,39%) observada no tratamento de maior dose (600 m³) também pode ser atribuída à maior relação folha/colmo, além da época do ano, temperaturas e pluviosidade adequadas, fatores responsáveis pelo aumento da taxa de fotossíntese.

Em concordância com Viello (2008), os dados obtidos no presente trabalho indicam que a concentração de proteína na planta (% da MS) aumentou em função das doses de ARS de maneira quadrática, demonstrando que o nitrogênio melhora a qualidade nutricional da forrageira pelo aumento da concentração de compostos mais digestíveis (proteína) e redução dos menos digestíveis (FDN e FDA). Observa-se através dos dados expostos na Figura 6, o comportamento dos teores médios de PB, em função do tratamento, ao longo do período experimental.

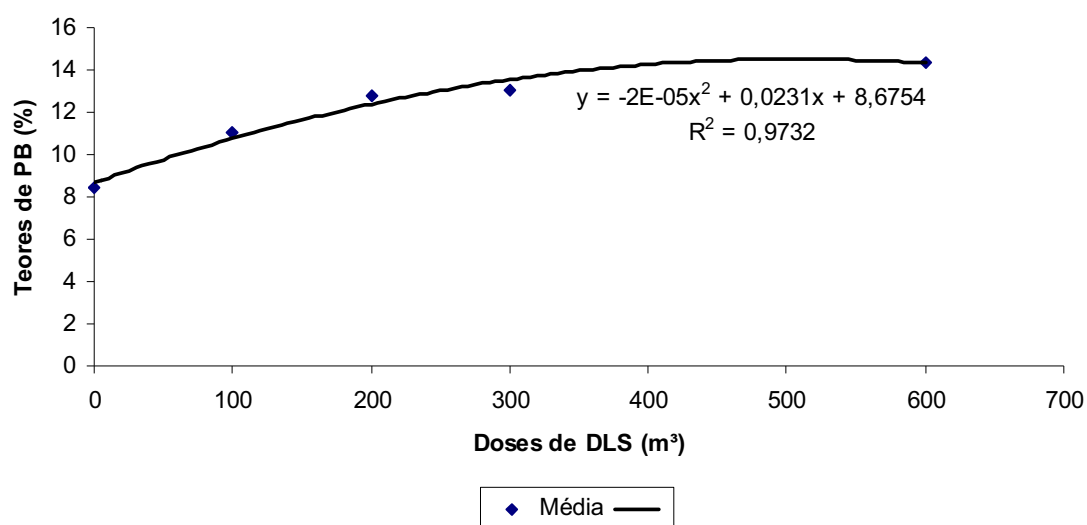


Figura 6– Teores médios de proteína bruta (PB) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu avaliada no período de 12 de abril de 2008 a 29 de abril de 2009.

Comparando-se os teores médios de PB, observa-se que os maiores valores foram alcançados com as doses de 300 e 600 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, as quais diferiram-se ($P < 0,05$) das demais doses aplicadas.

Geralmente o nitrogênio é absorvido pela planta e junta-se às cadeias carbonadas para formar os aminoácidos, aumentando o teor de PB da forragem (RUGGIERI et al., 1995).

Houve aumento da concentração de PB com o aumento da dose de ARS, indicando que a gramínea extraiu a quantidade de nitrogênio necessária ao seu crescimento, e isto foi observado, principalmente nas épocas de maior precipitação pluvial. Isto demonstra que as condições climáticas, intervalos entre cortes e incremento de nutrientes no solo, contribuíram para um maior teor protéico na gramínea.

As diferenças significativas obtidas entre os tratamentos para a PB podem ser atribuídas à concentração nitrogênio (N) dos sólidos totais aplicados. Conforme foi apresentado nas Tabelas 4 e 5, a quantidade de N aplicada pelos dejetos aumentou proporcionalmente ao aumento das doses, o que pode ter propiciado maior disponibilidade deste nutriente pelo sistema radicular, sendo extraído de acordo com a necessidade da planta.

Os percentuais médios de PB encontrados na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com ARS na presente pesquisa estão acima de 7%, ou seja, do mínimo exigido na dieta de ruminantes para que ocorra fermentação e síntese de proteína microbiana, disponibilidade de amônia e energia para os microrganismos ruminais (CHURCH, 1988; CARVALHO et al., 2003).

Em se tratando de bovinos leiteiros, cujas exigências para animais em crescimento, dos seis aos 12 meses de idade, são de 140 g kg⁻¹ de proteína e acima de 12 meses, de 120 g kg⁻¹, e para bovinos de corte em crescimento, que a exigência é de 105 g kg⁻¹, verifica-se que todos os tratamentos apresentaram teores médios superiores aos requerimentos relatados no NRC (1988) e atendem às exigências das categorias animais citadas. O nitrogênio em forrageiras para alimentação animal é 1,3 a 2,0% (WERNER et al., 1996).

A aplicação de nutrientes oriundos da ARS, ao longo do tempo, revelou significativa influência nos parâmetros quantitativos e qualitativos da forragem associada ao seu adequado manejo, com relação ao intervalo entre cortes, altura da forragem e às condições climáticas do período de avaliação. Desta forma, o manejo de aplicação dos dejetos, parcelados em oito aplicações, apresentou efeito na distribuição

de matéria seca, e conseqüentemente na qualidade da forrageira, principalmente no teor de PB.

Com exceção do tratamento testemunha, os teores médios de PB obtidos no presente trabalho foram superiores aos encontrados por Rezende et al. (2004) quando aplicaram doses variando de 0; 60; 90 e 180 m³ de ARS no capim Marandu, a cada 45 dias, e encontraram teores médios de 5,60 a 9,10% PB. O teor médio encontrado para a PB na dose de 100 m³ (11,04%) do presente trabalho foi superior ao obtido por Barnabé et al. (2007) com a dose de 150 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (9,8%) no capim Marandu, aplicados em intervalos de 33 dias.

Medeiros et al. (2007) observaram variações de 9,66 a 10,36% nos teores médios de PB, nos tratamentos em que aplicaram 180 m³ de ARS parcelados em até cinco vezes, resultados estes inferiores aos obtidos na presente pesquisa com as doses de 100 e 200 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS.

O intervalo adotado entre as aplicações nos trabalhos acima citados (variando de 33 a 45 dias) aliado às diferenças na composição química dos dejetos utilizados, culminaram em menores teores de PB na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu quando comparados ao alcançados no presente trabalho nas doses de 100 a 200 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS.

Os resultados de PB obtidos no presente experimento indicam que as doses de ARS aplicadas na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu constituem importante alternativa para contornar o problema de deficiência de PB, apresentado pelas gramíneas tropicais. Para maiores valores de MS obtêm-se menores teores de PB, em decorrência da redução do conteúdo celular, devido ao acréscimo nos constituintes da parede celular.

O aumento de PB na planta em resposta às doses de ARS aplicadas também foi observado por Viêlmo (2008), em pesquisa realizada com Tifton 85 adubado com doses 0; 40; 80 e 160 m³ ha⁻¹ de ARS. Vale ressaltar que, mesmo em se tratando de gramíneas de espécies diferentes, o comportamento para a formação de proteína no tecido vegetal foi semelhante.

Esta informação é significativa, pois a concentração de nitrogênio na planta está diretamente relacionada com o teor de proteína (em média 16% de N na PB), podendo

sugerir que o incremento de doses de nitrogênio, via ARS, promovem aumentos nos teores de proteína na pastagem e, conseqüentemente no seu valor nutritivo.

O aumento da PB está associado a uma redução na concentração da fibra, representada pela fibra em detergente neutro (FDN), indicando que o ARS promove uma melhora na composição nutricional da forragem. Esse decréscimo pode estar associado, ao efeito de diluição, uma vez que os aumentos nas doses de N promovem aumentos na produção de MS (Vielmo 2008). Estes decréscimos são desejáveis, uma vez que a redução da fibra na forragem irá possibilitar melhorias em sua digestibilidade e no consumo animal.

4.3.3 Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN)

O consumo voluntário de matéria seca pelo animal varia em função da qualidade da fibra da pastagem, qualidade esta que pode ser medida pelos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

Os resultados obtidos para a FDN (Tabela 12) comprovam o efeito da interação entre as doses de ARS e tempo ($P < 0,05$).

O comportamento decrescente da fração FDN em função do aumento das doses de ARS também foi observado por Silva et al. (2005), quando avaliaram a composição bromatológica da *Brachiaria decumbens* com a aplicação de doses entre 60 a 240 m³ de ARS e por Rosa et al. (2002) quando aplicaram doses entre 100 e 200 m³ na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Os maiores teores de FDN e FDA estão relacionados às maiores produções de massa seca, e conseqüentemente aos maiores teores de MS, o que se constatou nos tratamentos que apresentaram maiores conteúdos de matéria seca nas menores doses aplicadas.

Tabela 12. Teores de FDN (%), com base na MS, obtidos em oito cortes da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com água residuária de suinocultura.

Tratamentos	Cortes*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Testemunha	66,93 Ab	69,84 Ab	76,54 Aa	53,00 ABc	65,56 Ab	67,99 Ab	66,13 ABb	67,25 Ab
100 m ³	69,11 Aab	68,20 Aab	62,10 Ac	53,02 ABd	65,38 Aabc	70,27 Aa	63,98 Bbc	63,77 ABbc
200 m ³	66,31 Aab	66,52 Aab	71,66 ABa	53,66 Ad	64,35ABbc	66,80 ABab	70,11 Aa	60,55 Bc
300 m ³	67,36 Aa	66,54 Aa	71,33 Aa	52,48 ABc	66,16 Aa	69,16 Aa	65,99 ABa	59,32 BCb
600 m ³	65,16 Aab	61,39 Bb	69,05 Aa	48,47 Bd	59,88 Bbc	62,73 Bb	64,66 Aab	54,67 Bc
Média	66,97 ab	66,50 ab	70,14 a	52,13 d	64,26 bc	67,39 ab	66,17 ab	61,11 c

*1=12/04/2008; 2 = 31/05/2008; 3 = 21/08/2008; 4 = 20/10/2008; 5 = 20/12/2008; 6 = 28/01/2009; 7 = 07/03/2009; 8 = 29/04/2009. Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A partir dos dados apresentados na Tabela 12, observa-se que o menor teor de FDN foi obtido com a aplicação de 600 m³ de ARS, que diferiu-se ($P < 0,05$) das demais doses. Desdobrando-se os tratamentos em cada nível de tempo, observa-se que o menor teor de FDN foi obtido no quarto corte (outubro/2008), o qual diferiu-se ($P < 0,05$) das médias obtidas nos demais cortes.

Os teores de FDN apresentaram relação inversa com a proteína bruta como já era esperado. Este comportamento também foi observado por El-Memari Neto et al. (2009), que encontraram relação negativa ($r = -0,96$) entre os teores de FDN e PB para a planta inteira de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A isto pode-se atribuir que, para um maior espessamento da parede celular, ocorre uma redução do conteúdo celular, e consequentemente dos compostos digestíveis, como a proteína.

Barnabé et al. (2007) encontraram no capim Marandu submetido à aplicação de 150 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ teores de 69,50 e 36,90%, para FDN e FDA, respectivamente, valores estes superiores aos obtidos neste trabalho. O aumento da dose de ARS utilizada no presente trabalho propiciou um decréscimo nos teores de FDN e FDA, o que também foi observado por Barnabé et al. (2007) no capim Marandu e por Scheffer-Basso et al. (2008) com o Tifton 85 adubado com 15; 30 e 45 m³ ha⁻¹ de chorume de suínos.

À exceção do tratamento testemunha, as médias obtidas para a FDN foram iguais e/ou inferiores a 65%, sendo que teores superiores a este valor são considerados indesejáveis por Van Soest (1994) e Aguiar (1999), uma vez que certificam baixa qualidade da planta forrageira. Levando-se em conta as considerações feitas pelos autores a respeito do nível desejado de FDN para o consumo animal, pode-se dizer que os teores médios obtidos com a aplicação de 100 a 600 m³ de ARS traduzem a qualidade da forragem, e podem predizer elevados consumos de matéria seca.

Valadares Filho et al. (2006) encontraram na *Brachiaria brizantha* com idade de 60 dias, manejada sem adubação, teor de FDN igual a 83,75%, superior aos obtidos no presente trabalho no tratamento testemunha.

Analisando os teores médios de FDN, verifica-se o efeito do tratamento de forma quadrática (Figura 7) decrescente, ou seja, o aumento da dose de ARS provocou redução nos constituintes da parede celular.

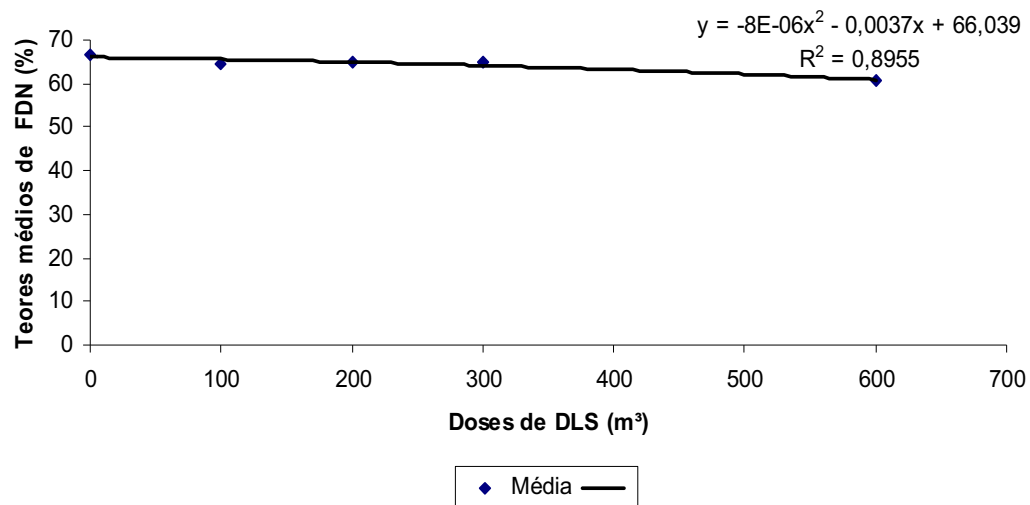


Figura 7 - Teores médios de FDN da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu avaliada no período de 12 de abril de 2008 a 29 de abril de 2009.

Os teores de FDN apresentaram valores médios mínimos e máximos de 60,75 e 66,65%, sendo que a dose de 600 m³ resultou na menor concentração de FDN (60,75%), resultado este semelhante ao obtido por Medeiros et al. (2007) com a aplicação de 180 m³ de ARS no capim Marandu. Freitas et al. (2005) encontraram 66,09% de FDN na mesma forragem submetida à aplicação de 150 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS, diferentemente dos teores obtidos no presente trabalho utilizando-se doses maiores, com exceção do tratamento testemunha.

Costa et al. (2006) verificaram reduções nos teores de FDN com o aumento das doses de nitrogênio aplicadas na *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. O mesmo efeito foi observado no presente experimento aumentando-se as doses de ARS. A frequência entre os cortes também pode ter influenciado na redução dos teores de FDN, uma vez que verificou-se visualmente a alta proporção de folhas com relação ao caule.

De modo geral, pode-se inferir que os fatores de maior relevância para a obtenção dos baixos teores de FDN do presente trabalho foram a disponibilidade hídrica presenciada nos meses de abril/2008 e outubro a março/2009. Este fator, associado à frequência de cortes em função da altura pré-estabelecida, resultou em melhor aproveitamento dos nutrientes dos dejetos pelas plantas. Variações estacionais

nos teores de FDN também foram encontradas por Gerdes et al. (2000) em três gramíneas forrageiras, dentre elas a *Braquiaria brizantha* cv. Marandu.

Bennet et al. (2008) encontraram para a FDN da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com fontes nitrogenadas minerais no período chuvoso valores médios que variaram de 65,36 a 70,45%, resultados estes superiores aos obtidos no presente trabalho. Segundo Van Soest (1994) teores de FDN acima de 65% comprometem o consumo de massa seca e a digestibilidade da forragem.

De acordo com os resultados encontrados por Dias et al. (2000, citados por Bennet, 2008), doses mais elevadas de nitrogênio aplicadas em determinada época, dependendo das condições ambientais, podem alterar o teor de FDN das forrageiras.

4.3.4 Fibra insolúvel em detergente ácido (FDA)

Observando-se as médias obtidas através do desdobramento do tratamento em cada nível de tempo (Tabela 13), nota-se efeito significativo ($P < 0,05$) no segundo (maio/2008), terceiro (agosto/2008) e sétimo (março/2009) cortes. No segundo e terceiro cortes o comportamento da forragem mediante fornecimento de ARS foi semelhante, ou seja, com a aplicação de 600 m³ obteve-se o menor teor de FDA comparado à dose de 100 m³ em ambos os cortes. No sétimo corte (março/2009), o menor teor de FDA foi encontrado na dose de 300 m³ comparada à de 100m³ de ARS. Fatores como as condições ambientais e a composição dos dejetos aplicados podem afetar a absorção dos nutrientes dos dejetos, principalmente o nitrogênio, o qual contribui para crescimento da planta.

Tabela 13. Teores de FDA (%), com base na MS, obtidos em oito cortes da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubado com água residuária de suinocultura.

Tratamentos	Cortes*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Testemunha	33,53Abcd	36,73Aab	42,64Aa	26,78Ae	28,14Ade	28,33Ade	35,64ABbc	29,40Acde
100 m ³	32,81Aab	36,53Aab	37,16ABa	23,43Ac	30,10Ab	31,12Aab	36,40Aab	34,77Aab
200 m ³	30,81Aabc	33,00ABab	36,37BCa	25,15Ac	28,85Aab	29,45Aab	31,66ABabc	30,69Aabc
300 m ³	32,78Aa	31,27ABa	30,57BCa	22,48Ab	29,84Aa	29,65Aa	29,93Ba	33,04Aa
600 m ³	30,96Aa	28,47Bab	32,20Ca	22,22Ab	27,55Aa	27,70Aab	31,23ABa	30,05Aa
Média	32,18abcd	33,20 ab	35,79 a	24,01 e	28,90 d	29,25 cd	32,97 abc	31,70 bcd

*1=12/04/2008; 2 = 31/05/2008; 3 = 21/08/2008; 4 = 20/10/2008; 5 = 20/12/2008; 6 = 28/01/2009; 7 = 07/03/2009; 8 = 29/04/2009.

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando o desdobramento do tempo em cada tratamento, verifica-se diferenças significativas ($P < 0,05$) nas médias obtidas nos cortes realizados no mês de outubro com relação aos demais. Vale ressaltar que nos meses anteriores a este corte houve um período de 60 dias de estiagem, e a precipitação pluviométrica apresentada neste mês foi suficiente para que a forragem estivesse em condições fisiológicas para extrair os nutrientes necessários à sua manutenção e crescimento. Contudo, no quarto corte (outubro/2008) observou-se a menor média para a FDA.

Pelas médias obtidas de FDA dentro dos tratamentos, verifica-se que o tratamento testemunha e a dose de 100 m³ não diferiram entre si ($P > 0,05$), e ambos diferiram-se das doses de 300 e 600 m³. Os teores de FDA apresentaram valores médios mínimos e máximos de 28,80 e 32,79%, respectivamente, sendo que a dose de 600 m³ acarretou em um menor teor. Pode-se observar pelos valores médios obtidos que à medida em que aumentaram-se as doses aplicadas, os teores de FDA reduziram, podendo-se atribuir tal efeito ao aumento do nitrogênio aplicado na forragem de acordo com a dose de ARS.

Freitas et al. (2005) encontraram os menores teores de FDN (66,09%) e de FDA (32,15%) no capim Marandu submetido à adubação de 150 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS, diferentemente dos obtidos no presente trabalho utilizando-se doses superiores a 100 m³.

Bennet et al. (2008) também observaram decréscimos nos teores de FDA do capim marandu com o aumento nas doses de nitrogênio. Segundo Nussio et al. (1998) forragens com valores de FDA em torno de 40%, ou mais, apresentam baixo consumo e menor digestibilidade.

Os teores de FDA apresentaram interação significativa para doses de ARS e corte. As plantas foram influenciadas pelas doses crescentes de dejetos aplicadas ao solo, mostrando comportamento quadrático ao longo do período. O aumento da dose de ARS utilizado no presente trabalho contribuiu para o decréscimo nos teores de FDA (Figura 8).

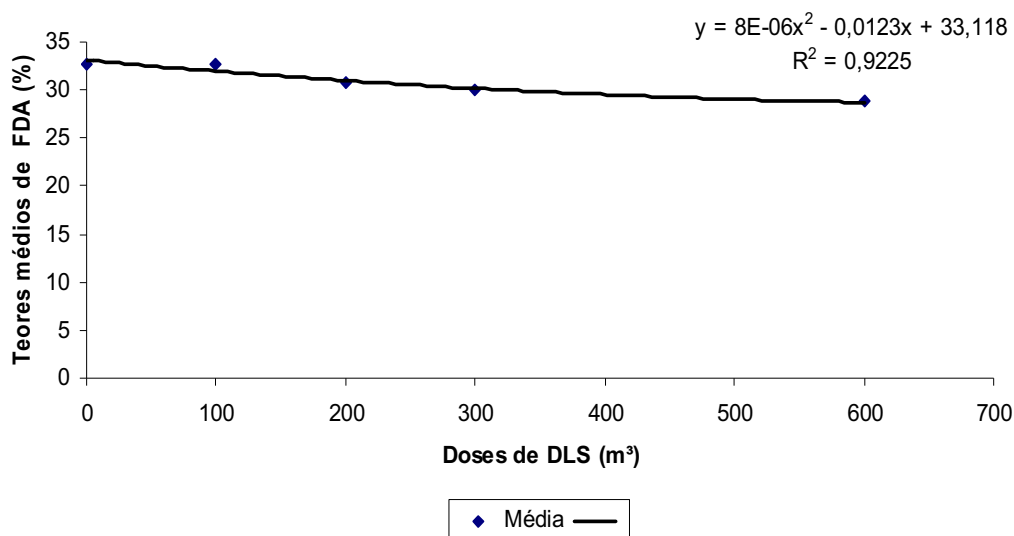


Figura 8 - Teores médios de FDA da *Brachiaria brizantha* cv. marandu avaliada no período de abril de 2008 a abril de 2009.

Noller et al. (1992) apontaram que o consumo de massa seca produz mais impacto na produção animal do que variações na composição química ou disponibilidade dos nutrientes. Forragens com valores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) em torno de 30% ou menos, possuem consumo elevado, enquanto aquelas com teores acima de 40% apresentam menor ingestão.

Os baixos teores de FDA podem ser atribuídos às freqüências de aplicação dos dejetos com intervalos de 60 dias e ao efeito da disponibilidade hídrica em algumas épocas do período experimental. À medida que as doses foram aumentadas, disponibilizou-se no solo maior aporte de nutrientes para serem extraídos pela planta de maneira gradativa, translocando-os para a parte aérea de acordo com a necessidade da mesma.

Burton (1998) explicou que as adubações, principalmente a nitrogenada, além de aumentar a produção de massa seca, aumentam o teor de proteína bruta da forragem e, em alguns casos, diminuem o teor de fibras, contribuindo para a melhoria de sua qualidade.

A hemicelulose obtida pela diferença entre os teores de FDN e FDA encontrados para o capim marandu apresentou valores médios entre 31,69 (100 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS) e 34,84% (300 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS). Valores semelhantes foram encontrados

por Freitas et al. (2005), de 32,22%, utilizando dose de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de ARS, a 34,73% com adubação fosfatada e potássica, os quais se aproximam ao encontrado no tratamento cuja dose foi de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de ARS do presente trabalho. A hemicelulose é a fração da parede celular que representa maior valor nutritivo, em função de sua alta digestibilidade.

4.4 Composição mineral

O crescimento adequado da pastagem, em sistemas intensivos de produção, é dependente de concentrações adequadas de nutrientes no solo e, conseqüentemente, da planta. Uma vez que estes nutrientes são disponibilizados no solo, através da adubação orgânica, necessitam de certo período de tempo para serem mineralizados e absorvidos pelo sistema radicular. Entende-se por mineralização a passagem do nitrogênio da forma orgânica para a mineral, como por exemplo, o amônio (NH_4^+) ou nitrato (NO_3^-), segundo PRADO (2007).

Os dados apresentados no Anexo 6 comprovam a interação entre tratamento e cortes ($P < 0,05$) realizados no período de 12 de abril de 2008 a 29 de abril de 2009, exceto no mês de agosto de 2008 que não houve avaliações dos minerais da forragem em virtude das condições ambientais desfavoráveis.

4.4.1 Cálcio

Observa-se pelos dados expostos na Tabela 14 a interação entre os tratamentos e cortes, para a concentração de cálcio no capim Marandu, em sete cortes da forrageira. Houve aumento dos teores médios de cálcio em detrimento ao aumento da dose de ARS aplicada, estando em concordância com os resultados obtidos por Azevedo (1991) que, também observou aumento na concentração desse nutriente utilizando doses crescentes de esterco de suínos

Tabela 14. Teores de cálcio (% da MS) na *Brachiaria brizantha* cv Marandu em função das doses aplicadas.

Tratamentos	Cortes							
	1	2	4	5	6	7	8	Média
Testemunha	0,60 Ca	0,54 Da	0,54 Ba	0,49 Ba	0,53 Ba	0,50 Ba	0,51 Ca	0,53 D
100 m ³	0,76 BCa	0,72 CDa	0,70 Ba	0,64 ABa	0,62 ABa	0,58 Ba	0,60 Ca	0,66 C
200 m ³	0,76 BCabc	0,82 BCabc	0,91 Aab	0,63 ABc	0,72 ABabc	0,69 ABbc	0,94 Ba	0,78 B
300 m ³	0,88 ABa	0,96 ABa	0,74 ABab	0,64 ABb	0,75 Aab	0,80 Aab	0,93 Ba	0,82 B
600 m ³	0,97 Abc	1,13 Aab	0,72 ABD	0,76 Acd	0,79 Acd	0,89 Acd	1,29 Aa	0,94 A
Média	0,79 abc	0,83 ab	0,72 bcd	0,63 d	0,68 cd	0,69 cd	0,86 a	

*1=12/04/2008; 2 = 31/05/2008; 4 = 20/10/2008; 5 = 20/12/2008; 6 = 28/01/2009; 7 = 07/03/2009; 8 = 29/04/2009.

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Azevedo (1991) relatou que a matéria orgânica oferece valiosa contribuição, fornecendo cálcio e magnésio às plantas adubadas com dejetos de suínos, e que os colóides inorgânicos e orgânicos adsorvem, eletrostaticamente, cálcio e magnésio, retendo-os em forma trocável disponível às plantas e exercendo importante função de evitar perdas por lixiviação

Avaliando a interação entre os tratamentos e os meses de aplicação (cortes) observa-se que os teores de cálcio presentes na forragem nas doses aplicadas diferiram-se da testemunha ($P < 0,05$). O maior teor de cálcio (0,94%) foi obtido com a aplicação de 600 m³ de ARS, sendo que ao longo de um ano de aplicação das doses constatou-se o maior teor (0,86%) no último corte, o qual não diferiu-se dos teores médios encontrados no primeiro (0,79%) e segundo (0,83%) cortes. Pode-se atribuir a este aumento ao acúmulo de cálcio na camada superficial do solo (Anexo 2), o que favoreceu sua extração pela planta. De forma geral, verifica-se que os teores médios de cálcio encontrados na forragem foram significativos ($P < 0,05$) nos meses em que as condições de umidade e temperatura foram favoráveis à absorção deste nutriente comparados aos meses de menor precipitação pluviométrica.

A água residuária utilizada neste experimento apresentou concentrações elevadas de cálcio, variando de 1,77 a 5,11%, conforme os dados apresentados na Tabela 4. Tal concentração justifica os elevados níveis encontrados na forragem, principalmente nas doses de 300 e 600 m³ de ARS.

Os teores médios de cálcio encontrados nas doses de 100 (0,66%) e 200 m³ (0,78%) do presente trabalho foram superiores aos alcançados por Rosa et al. (2004) nas doses de 100 (0,55%) e 200 m³ de ARS (0,54%) aplicadas na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Pode-se atribuir a superioridade dos resultados do presente trabalho às maiores concentrações de cálcio presentes no dejetos e no solo.

Assmann et al. (2007) constataram um aumento linear na concentração de cálcio em pastagem adubada com doses crescentes de água residuária de suinocultura (0; 20; 40; 80 e 120 m³ ha⁻¹). O aumento do teor de cálcio em função das doses de ARS pode estar relacionado tanto ao acúmulo do cálcio no solo ao longo do período experimental, como às altas concentrações desse nutriente no dejetos.

Segundo Prado (2007), o cálcio quando incorporado na camada de 0 a 0,20m aumenta as condições de a raiz fazer o contato com o nutriente, favorecendo o processo de absorção, e normalmente este contato pode ser incrementado com a umidade do solo.

Barnabé (2001) avaliando as doses de 50; 100 e 150 m³ de ARS no capim marandu, encontrou teores de cálcio de 0,53; 0,63 e 0,68%, respectivamente, sendo que na dose de 100 m³ os resultados obtidos no presente trabalho aproximaram-se do encontrado pela referida autora, e foram superiores aos obtidos por Azevedo (1991), que encontrou teores médios de 0,79 e 0,80% de Ca na MS quando adubou o capim gordura com 10 e 15 t ha⁻¹ de dejetos de suíno, respectivamente.

Os teores médios de cálcio encontrados neste experimento estão dentro dos limites para atendimento das exigências de bovinos de corte e de leite, conforme NRC (1996). Dificilmente constata-se deficiência de cálcio em áreas de pastagens brasileiras, a não ser em regiões ou condições atípicas, como já foi observado, por exemplo, em algumas regiões do Pantanal Sul-Matogrossense (MORAES, 2001).

As médias obtidas, no presente trabalho, tanto nos meses de menores índices pluviométricos como no tratamento testemunha foram superiores aos encontrados por Arruda et al. (2007), na *Brachiaria brizantha* na estação chuvosa (0,28%) e seca (0,22%), sinalizando que as diferenças na composição química do solo e as condições climáticas favoreceram a absorção de cálcio pelo sistema radicular.

Vale ressaltar que os excessos de cálcio, com base na relação cálcio:fósforo (acima de 4:1) da dieta dos bovinos podem levar à formação de complexos insolúveis no trato digestório e/ou diminuir a absorção de fósforo (ROQUE et al., 2002).

Em se tratando de vacas de cria, conforme o NRC (1996), as exigências de cálcio variam de 0,15% MS (vacas secas) a 0,25% MS (no pico da lactação). Assim, considerando vacas de 450 kg de PV, com partos de primavera e com produção no pico de lactação de 4,5 ou 9,0 litros de leite por dia, observa-se que os teores de cálcio encontrados na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foram adequados durante todos os meses do período experimental.

A curva de regressão apresentada na Figura 9 indica o efeito do tratamento durante o período de avaliação com boa correlação ($r^2 = 0,99$).

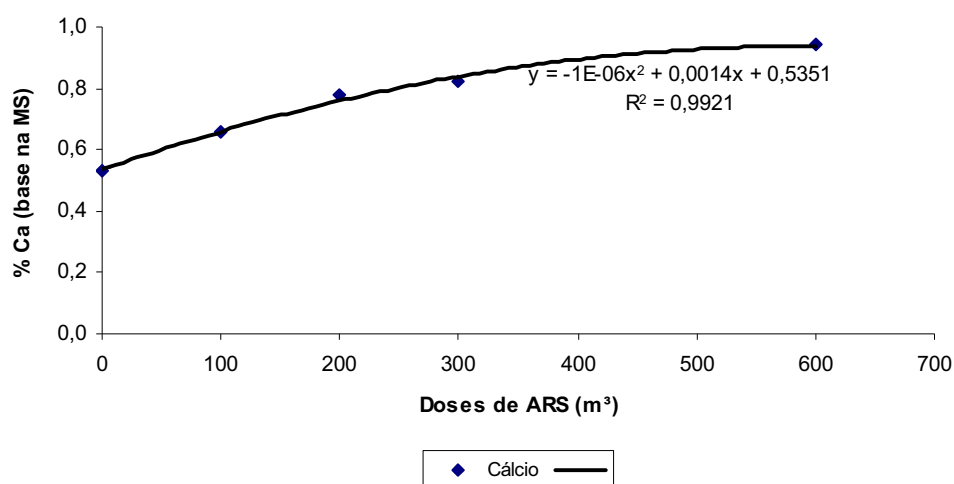


Figura 9 – Teor médio de cálcio (% da MS) em função das doses de ARS.

A partir dos dados apresentados na Figura 9, verifica-se que aumento nas concentrações de cálcio na forragem em virtude das doses aplicadas. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, uma vez que, com a aplicação de 600 m³, obteve-se a maior concentração de cálcio (0,94%) na forragem comparada às demais. Pode-se inferir com os resultados obtidos que, maiores quantidades aplicadas de cálcio, oriundas da ARS aplicada, implicaram em acúmulos deste nutriente no solo e gradativo aproveitamento do mesmo pela forragem.

4.4.2 Fósforo

Os teores de fósforo encontrados na forragem são apresentados na Tabela 15, e variaram de 0,25 a 0,39% com o aumento das doses, porém sem diferença significativa ($P > 0,05$) entre as mesmas (100; 200; 300 e 600 m³).

Analisando as médias obtidas, observa-se que nos cortes realizados nos meses em que houve maior disponibilidade hídrica, os teores de fósforo foram maiores (primeiro e sexto corte), concordando com Nicodemo (1999) quando afirmou que as forrageiras tendem a apresentar maiores concentrações de fósforo na matéria seca no período chuvoso.

Tabela 15. Teores de fósforo (% da MS) na *Brachiaria brizantha* cv Marandu em função das doses aplicadas.

Tratamentos	Cortes							
	1	2	4	5	6	7	8	Média
Testemunha	0,27 Bab	0,32 Aa	0,20 Cb	0,22 Cb	0,21 Bb	0,29 Bab	0,25 Aab	0,25 B
100 m³	0,32 Aa	0,34 Aa	0,31 Ba	0,34 Ba	0,30 Ba	0,39 Aa	0,34 Aa	0,33 AB
200 m³	0,45 Aab	0,34 Ac	0,35 Bbc	0,35 Bbc	0,46 Aa	0,40 Aabc	0,34 Ac	0,38 A
300 m³	0,35 Bab	0,27 Ab	0,37 ABa	0,39 ABa	0,41 Aa	0,37 ABa	0,27 Ab	0,35 A
600 m³	0,47 Aa	0,30 Ab	0,45 Aa	0,47 Aa	0,44 Aa	0,31 ABb	0,30 Ab	0,39 A
Média	0,37 a	0,31 bc	0,34 abc	0,35 abc	0,36 a	0,35 ab	0,30 c	

*1=12/04/2008; 2 = 31/05/2008; 4 = 20/10/2008; 5 = 20/12/2008; 6 = 28/01/2009; 7 = 07/03/2009; 8 = 29/04/2009.

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Devido à escassez do elemento fósforo na maioria dos solos brasileiros, as pastagens são bastante exigentes deste nutriente, e a aplicação de diferentes doses de ARS promoveu concentrações elevadas na massa seca. Os teores médios de fósforo encontrados no presente trabalho estão acima dos limites propostos por Van Soest (1994), de 0,14 a 0,30%.

Wunsh et al. (2006) avaliando a composição mineral de pastagens nativas verificaram que estas, quando não adubadas, não são capazes de suprir as exigências dos bovinos por fósforo, e com a menor dose aplicada (100 m³) no presente trabalho já seria possível atender à exigência dos bovinos (0,33%).

Soutello et al. (2003) postularam que as variações de fósforo na *Brachiaria brizantha* e nas forrageiras do gênero *Panicum* têm comportamento estacional. Os referidos autores encontraram na braquiária concentrações de 0,11 e 0,13% de fósforo na estação seca e chuvosa, respectivamente. Comparando os teores médios de fósforo obtidos em oito cortes no presente trabalho, verifica-se que em todos os tratamentos os resultados foram superiores aos citados pelos referidos autores, indicando que o ARS tem potencial para suprir a necessidade da forrageira até mesmo na época seca.

Rosa et al. (2004) avaliando os teores de fósforo no capim marandu adubado com ARS, encontraram teores iguais a 0,39 e 0,42% para as doses de 100 e 200 m³ de ARS, respectivamente, enquanto que, neste trabalho, foram obtidos teores de fósforo iguais a 0,33 e 0,38% para as doses de 100 e 200 m³ de ARS, respectivamente. As condições climáticas exercem efeito direto na absorção de fósforo pelas plantas, tornando-o mais disponível no solo para ser absorvido, o que se realiza de acordo com suas necessidades.

Valadares Filho et al. (2006) relataram que as variações nas concentrações de fósforo observadas em gramíneas do gênero *Brachiaria* também podem estar relacionadas à idade da planta, e encontraram valores de 0,35 a 0,47%, em plantas com idade entre 30 e 150 dias. Durante o presente experimento, nos meses acometidos por déficit hídrico e menor fotoperíodo, o intervalo entre cortes aumentou, devido ao lento crescimento da forragem e baixo valor nutritivo, culminando em menores teores de fósforo em sua composição.

Barnabé et al. (2007) obtiveram com a aplicação de 100 m³ de ARS na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, teor de fósforo igual a 0,20%. No presente trabalho a média obtida para a mesma dose em questão foi de 0,33% de fósforo.

Em pesquisa realizada por Costa et al. (2009) avaliando o efeito das doses de 0; 100; 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ aplicadas no capim marandu, verificaram que o aumento nas doses de N provocou redução na absorção de fósforo e, conseqüentemente, menor crescimento da planta.

Os dados apresentados na Figura 10 indicam o efeito da aplicação das doses de ARS na *Braquiária brizantha* cv. Marandu ao final de oito cortes.

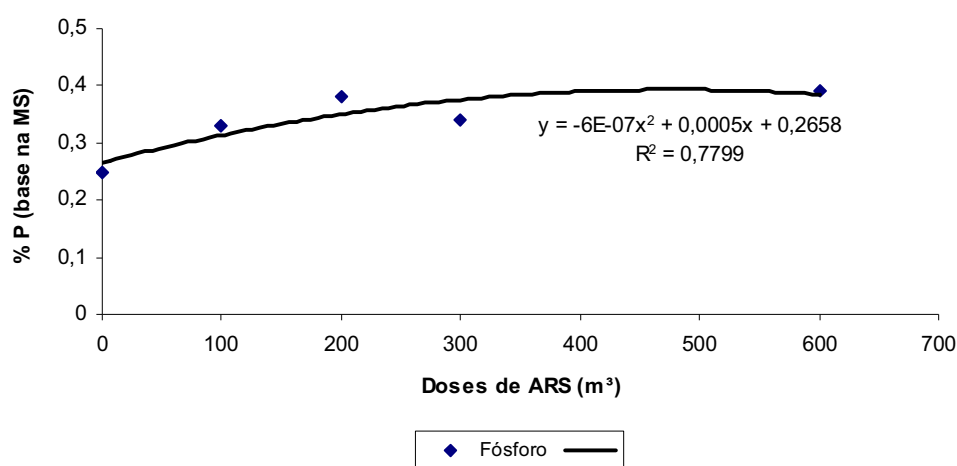


Figura 10 – Teor médio de fósforo (% da MS) em função das doses de ARS.

Ao final do experimento as análises do solo revelaram expressivo aumento nos teores de P nas parcelas adubadas com ARS em relação à testemunha, comprovando o valor desse resíduo como fertilizante. A aplicação de ARS a cada 60 dias proporcionou um acúmulo de fósforo na camada superficial (0-0,10 m) do solo, o qual foi liberado, para a extração do sistema radicular, de acordo com a necessidade da planta.

A curva representada pela Figura 10 sinaliza que, caso o experimento se estendesse por mais tempo, poderia ocorrer uma saturação de fósforo no solo, e conseqüentemente, menor extração do mesmo pela planta.

A eficiência de utilização do N e P dependerá dos teores disponíveis e do processo de mineralização do esterco, bem como das doses de ARS aplicadas. Assim, a quantidade de dejetos a ser aplicada depende do valor fertilizante, do tipo e condição química do solo e das exigências da cultura a ser implantada (KIEHL, 1985).

Em função do aumento dos teores de fósforo apresentados na forragem com relação à testemunha, pode-se observar que, na prática, é possível que ajustar os níveis de fósforo da dieta de bovinos criados em sistema de pastejo em áreas adubadas com água residuária de suinocultura.

4.4.3 Magnésio

Os resultados apresentados na Tabela 16 confirmam a interação entre os tratamentos e a frequência dos cortes. Através do desdobramento dos tratamentos, verifica-se que as médias obtidas diferiram-se ($P < 0,05$) da testemunha, exceto com a aplicação de 100 m³ de ARS. Pode-se notar, que a forragem apresentou um comportamento uniforme quanto à utilização do Mg mediante o aumento das doses, ou seja, extraiu de acordo com sua necessidade, e o excedente acumulou na camada superficial do solo, conforme indicam os resultados apresentados no Anexo 2.

Desdobrando-se os tratamentos em cada nível de tempo, nota-se que nos dois primeiros cortes a concentração de Mg no capim Marandu foi superior ($P < 0,05$) à obtida no oitavo corte, condição esta também observada por Freitas et al. (2005), quando constataram que a exigência ou extração do Mg diminuiu com o decorrer dos cortes realizados no capim Mombaça. Isso sugere que as forrageiras vão perdendo o potencial de rebrota em função do esgotamento das reservas de nutrientes armazenadas nos tecidos.

Rosa et al. (2004) encontraram teores de magnésio (Mg) no capim Marandu de 0,43 e 0,44%, aplicando doses de 100 e 200 m³ de ARS, respectivamente. Resultados aproximados aos dos referidos autores nas mesmas doses foram obtidos no presente trabalho, ou seja, 0,40 e 0,42%, respectivamente.

O teor de Mg nas pastagens varia de acordo com o tipo de solo, de clima e da espécie forrageira. Em gramíneas varia de 1,8 e 3,6 g kg⁻¹ de MS (Baruselli, 2007) a 0,40% (Werner et al., 1997, citados por PRADO, 2007) para as folhas de *Brachiaria brizantha*.

Tabela 16. Teores de magnésio (%) na *Brachiaria brizantha* cv Marandu em função das doses aplicadas.

Tratamentos	Cortes							
	1	2	4	5	6	7	8	Média
Testemunha	0,39 Ba	0,35 Bab	0,27 Bb	0,30 Bab	0,33 Aab	0,34 Bab	0,31 Aab	0,33 B
100 m ³	0,52 Aa	0,43 ABab	0,40 Ab	0,39 ABb	0,35 Ab	0,36 ABb	0,32 Ab	0,40 AB
200 m ³	0,43 ABa	0,44 ABa	0,45 Aa	0,39 ABa	0,42 Aa	0,38 ABa	0,39 Aa	0,42 A
300 m ³	0,41 Ba	0,45 Aa	0,39 Aa	0,37 ABa	0,43 Aa	0,41 ABa	0,38 Aa	0,41 A
600 m ³	0,39 Ba	0,45 Aa	0,39 Aa	0,40 Aa	0,43 Aa	0,44 Aa	0,39 Aa	0,41 A
Média	0,43 a	0,43 ab	0,38 abc	0,37 bc	0,39 abc	0,39 abc	0,36 c	

*1=12/04/2008; 2 = 31/05/2008; 4 = 20/10/2008; 5 = 20/12/2008; 6 = 28/01/2009; 7 = 07/03/2009; 8 = 29/04/2009.

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao se comparar os níveis de Mg nas pastagens adubadas com ARS com as exigências de bovinos de corte em crescimento e terminação e vacas em lactação, estimadas pelo NRC (1996), em 1000 e 2000 ppm, respectivamente, constata-se que a pastagem seria capaz de suprir adequadamente estas categorias animais em todos os cortes realizados, uma vez que apresentou níveis superiores a 0,36% de Mg.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 16, infere-se que, com a aplicação de ARS os níveis de Mg encontrados na forragem no presente experimento estão adequados para o desenvolvimento das funções enzimáticas e de crescimento proporcionado pelo referido nutriente.

Prado (2007) citou que os níveis de deficiência de Mg na parte aérea da *Brachiaria decumbens* encontram-se em torno de 0,04%, sendo que dentre os resultados obtidos neste experimento, todos estiveram acima do nível de deficiência.

Barnabé et al. (2007) obtiveram com a aplicação de 100 m³ de ARS na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, teor de Mg igual a 0,58%. No presente trabalho a média obtida para a dose em questão foi de 0,40%. Pode-se atribuir esta diferença, principalmente, aos maiores níveis de magnésio presentes no solo da área experimental dos autores supracitados, quando comparados aos deste experimento.

Teores médios de 0,37 e 0,39% de Mg na MS foram encontrados por Azevedo (1991), quando o capim gordura foi adubado com 10 e 15 t ha⁻¹ de dejetos de suínos, respectivamente, valores esses aproximados aos encontrados neste experimento com quantidades superiores de ARS.

Comparando-se os teores de Mg presentes no solo no início da avaliação (Tabela 3) com os resultados obtidos ao final do período experimental (Anexo 1) nota-se que a maior concentração deste nutriente prevaleceu na camada superficial do solo (0 – 0,10 m), sendo o mesmo utilizado gradativamente pela planta.

O aumento dos níveis de Mg na forragem de acordo com o aumento das doses de ARS aplicadas também foram constatados por Azevedo (1991); Rosa et al. (2004) e Barnabé et al. (2007).

Os dados apresentados na curva obtida (Figura 11) ilustram o comportamento do capim Marandu com relação à extração de magnésio, em função do aumento das doses de ARS.

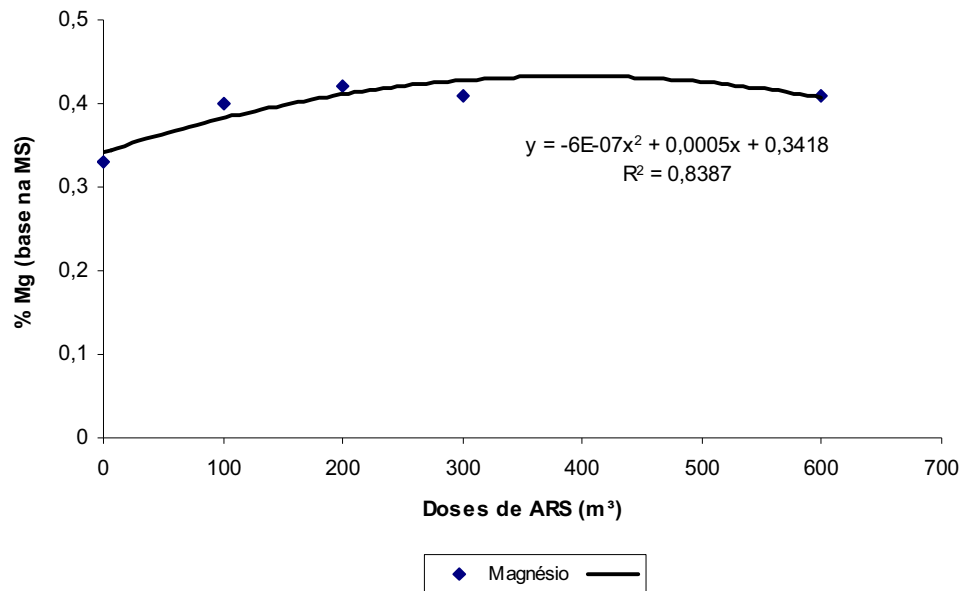


Figura 11 – Teor médio de magnésio (% da MS) em função das doses de ARS.

Os dados foram ajustados à equação quadrática, e indicam que, ao longo do tempo, conforme os cortes fossem se estendendo, a concentração de magnésio na forragem continuaria declinando, provavelmente devido a uma saturação do mesmo na camada superior do solo, e talvez pelo sucessivo número de cortes que provoca tal efeito, conforme citaram Freitas et al. (2005).

Em virtude dos altos teores de cálcio nos dejetos utilizados, pode ter havido adsorção com o magnésio, o qual apresentou menos disponível no solo para a absorção da forragem.

4.4.4 Potássio

A partir do desdobramento dos tratamentos (Tabela 17), verifica-se que os teores médios de potássio (K) obtidos com as doses de 300 e 600 m³ de ARS diferiram-se entre si e da testemunha ($P < 0,05$), o que indica que em doses elevadas de ARS ocorre maior absorção de K pela forragem.

Desdobrando-se os tratamentos em cada nível de tempo, nota-se que as maiores concentrações de K foram obtidas no quarto e quinto cortes, cujas médias não diferiram-se entre si ($P>0,05$), mas foram diferentes ($P<0,05$) das médias obtidas nos demais cortes.

O acúmulo de P e K pelo uso de grandes quantidades de dejetos de animais por longos períodos, pode causar desbalanço de nutrientes, como é o caso do sintoma de deficiência de Mg em plantas, devido ao excesso de K no solo. Esses efeitos, porém, só se apresentam após décadas de aplicação contínua de resíduos orgânicos (QUEIROZ et al., 2004).

Com a aplicação de 100 e 200 m³ de ARS, o presente trabalho encontrou 0,68 e 0,64% de K, respectivamente, enquanto Rosa et al. (2004) verificaram teores de potássio iguais a 3,15 e 3,62%, para as mesmas doses, respectivamente. Pode-se atribuir tamanha diferença dentre as concentrações à composição química dos dejetos, fertilidade do solo e acúmulo do potássio na camada superficial do solo.

Os teores médios de K encontrados com as aplicações de 600 m³ do presente trabalho foram semelhantes aos obtidos por Azevedo (1991) de 0,85% para a dose de 10 t ha⁻¹ de dejetos de suínos. A autora enfatizou que houve um efeito significativo para as quantidades de dejetos aplicadas, indicando a facilidade de mineralização e/ou imobilização do potássio.

A concentração de K encontrada na forragem adubada com 600 m³ aproximou-se daquela obtida por Barnabé (2001) quando aplicou adubo mineral (80 kg de N; 40 kg de P₂O₅; 50 kg de KCl) no capim Marandu.

Segundo Raij et al. (1996) os teores foliares adequados para a *Brachiaria brizantha* variam de 12 a 30 g kg⁻¹, porém os autores salientaram que tais níveis podem variar com a idade da planta. Em função dos baixos níveis de K presentes nos dejetos utilizados, verifica-se que as médias obtidas no presente trabalho com relação à planta inteira foram menores em todas as doses de ARS aplicadas.

O potássio apresenta-se nos dejetos praticamente 100% na forma inorgânica, segundo Menezes et al. (2004), e isto promove sua lenta mineralização para posterior aproveitamento pelo sistema radicular.

Tabela 17. Teores de potássio (%) na *Brachiaria brizantha* cv Marandu em função das doses aplicadas.

Tratamentos	Cortes							
	1	2	4	5	6	7	8	Média
Testemunha	0,51 Abcd	0,42 Acd	0,73 Dab	0,92 Ca	0,59 Cbc	0,50 Abcd	0,35 Bd	0,57 C
100 m ³	0,58 Ab	0,45 Ab	0,95 Ca	1,02 BCa	0,88 Aa	0,55 Ab	0,37 ABb	0,68 BC
200 m ³	0,42 Abc	0,47 Abc	1,03 BCa	1,01 BCa	0,63 Cb	0,54 Abc	0,39 ABC	0,64 BC
300 m ³	0,39 Ac	0,47 Abc	1,21 Ba	1,21 Ba	0,65 BCb	0,53 Abc	0,43 ABbc	0,70 B
600 m ³	0,48 Ac	0,49 Ac	1,44 Aa	1,43 Aa	0,87 ABb	0,61 Ac	0,58 Ac	0,84 A
Média	0,47 cd	0,46 cd	1,07 a	1,12 a	0,72 b	0,55 c	0,43 d	

*1=12/04/2008; 2 = 31/05/2008; 4 = 20/10/2008; 5 = 20/12/2008; 6 = 28/01/2009; 7 = 07/03/2009; 8 = 29/04/2009.

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O NRC (1996) estimou para bovinos em terminação exigência dietética de 0,6 a 0,70% de potássio na MS da dieta. Com base neste parâmetro, verifica-se que, à exceção da testemunha, todas as doses de ARS aplicadas no capim Marandu no presente trabalho, superaram ao teor requerido pelos bovinos.

Os dados da Figura 12 representam o comportamento do potássio na forragem ao longo do período experimental.

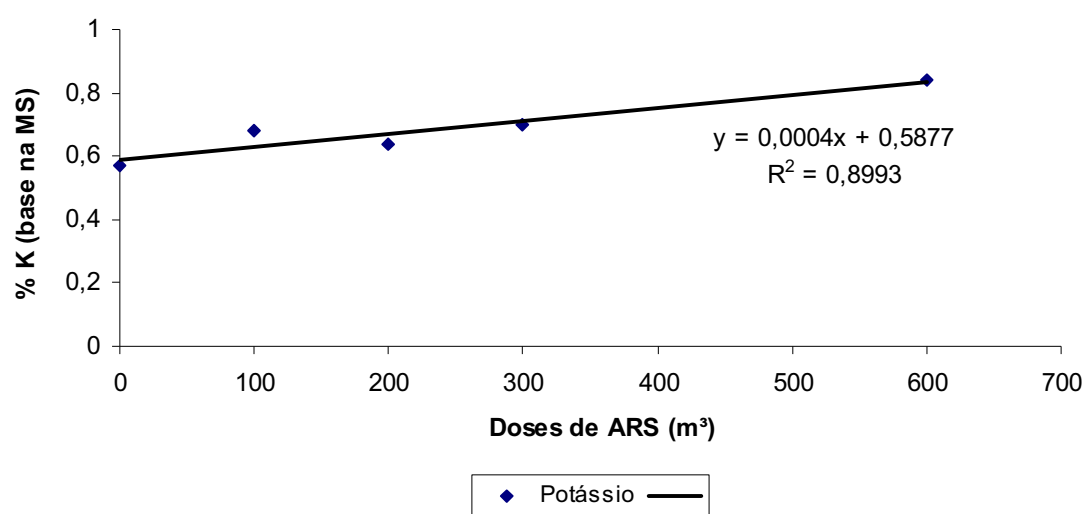


Figura 12 – Teor médio de potássio (%) em função das doses de ARS.

Observa-se um aumento linear dos teores de potássio na forragem ao longo do período de avaliação, principalmente na maior dose avaliada (600 m³). Devido à lenta solubilização deste nutriente, por apresentar-se nos dejetos na forma inorgânica, mesmo nos meses de menor precipitação pluviométrica, ainda assim houve extração pelo sistema radicular, o que elevou as concentrações nas partes analisadas (folhas e caule).

Foram observados incrementos em função das doses de ARS para o potássio iguais a 11,93; 12,28; 22,81 e 47,37% com relação à testemunha. Ceretta et al. (2005) aplicando 20 m³ de ARS encontraram incremento de 46% durante dois anos da rotação aveia preta/milho/nabo forrageiro.

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados no presente trabalho conclui-se que é possível aumentar a produção anual de massa seca (forragem acumulada) fazendo-se uso de água residuária de suinocultura, principalmente no período chuvoso.

Embora, a produção de massa seca tenha aumentada com o aumento das doses, os dados de eficiência dos nutrientes revelaram que, a aplicação da menor dose (100 m³) foi a que melhor contribuiu para a extração dos nutrientes pelo sistema radicular.

A aplicação das doses de água residuária de suinocultura refletiu no aumento dos teores de proteína bruta e redução da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. Os dados da composição bromatológica permitiram observar que, com a aplicação das doses de 300 e 600 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, a forragem extraiu os nutrientes necessários para a constituição da proteína, o que resultou em maiores concentrações deste nutriente na forragem.

Os constituintes minerais da forragem foram influenciados pela aplicação de doses crescentes de dejetos de suínos, principalmente em função do acúmulo dos nutrientes na camada superficial do solo, acarretado pela baixa eficiência de utilização dos mesmos pela forragem.

Diante do exposto, vale ressaltar que faz-se necessário que as pesquisas com aplicações de água residuária de suinocultura em pastagens continuem, para que sejam traçados parâmetros de tolerância da *Brachiaria brizantha* quanto aos níveis dos nutrientes aplicados, para que se perceba o grau de extração dos mesmos, sem que sejam causados sintomas de fitotoxicidade e queda na produtividade.

Para a recomendação de uma dose adequada, deve-se levar em consideração a região, clima da mesma, tipo de solo, exigência da cultura ou pastagem a ser adubada, dentre outros fatores. Entretanto, avaliando-se a eficiência de utilização dos nutrientes para produção de forragem, os dados revelaram que a dose de 100 m³ de água residuária de suinocultura mostrou-se eficiente e com menor acúmulo no solo.

Atenção especial deverá ser dada à saturação dos nutrientes no perfil do solo, a fim de se evitar futuros problemas ambientais, a longo prazo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO DE CRIADORES DE SUÍNOS DO RIO GRANDE DO SUL – ACSURS. Suinocultura: **rebanho suíno**. Disponível em: <http://www.acsurs.com.br/>. Acesso em 10 de agosto de 2010.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standards methods for the examination of water and wastewater**. 19th ed. WASHINGTON, 1995.

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

AGUIAR et al. Taxa de acúmulo de forragem dos capins Mombaça, Tanzânia (“*Panicum maximum*” Jacq cv. Mombaça e Tanzânia – 1) e Tifton 85 (“*Cynodon dactylon*” x “*Cynodon nlemfluensis*” cv. Tifton 68) em pastagens intensivas. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004 – 1 CD-ROM.

ARNS, A. P. **Eficiência fertilizante da cama sobreposta de suíno**. 2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2004.

ASSMANN, J. M.; BRAIDA, J. A.; CASSOL, L. C. Acúmulo de nutrientes em pastagem anual de inverno tratada com esterco líquido de suínos em sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, 2007. Gramado. **Anais...** Gramado: SBCS, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, DC., 1995. 2000p.

AZEVEDO, M. L. A. **Utilização de esterco de suínos “in natura” em pastagem de capim gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv.)**. Viçosa. 1991. 74f. (Dissertação de Mestrado) – Escola de Agronomia, Viçosa, MG.

BARCELLOS, A. O. et al. Produção animal a pasto: desafios e oportunidades. In: ENCONTRO NACIONAL DO BOI VERDE: A PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 3, 2001, Uberlândia, MG. **Anais...**Uberlândia: Sindicato Rural de Uberlândia, 2001, p. 29-64.

BARDUCCI, R. S. A.; COSTA, C. A. C.; CRUSCIOL, E. et al. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada **Arch. Zootec.**, v. 58, n. 222, 211-222, 2009.

BARNABÉ, M. C. **Produção e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf cv. Marandu adubada com água residuária de suinocultura**. Goiânia. 2001. 60f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.

BARNABÉ, M. C.; ROSA, B.; LOPES, E. L. et al. Produção e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 435-446, jul./set. 2007.

BARUSELLI, M. S. **Exigências minerais e formulação de suplementos minerais**. In.: CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 2007. Módulo VI, Uberaba: FAZU, 104 p.

BATAGLIA, O. G. et al. **Métodos de análises químicas de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48 p. (Boletim Técnico).

BERCHIELLI, T. T.; GARCIA, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Org). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 397 – 583p.

BENETT, C. G. S. et al. Produtividade e composição bromatológica do capim Marandu A fontes e doses de nitrogênio. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 5, Oct. 2008.

BLEY JÚNIOR, C. J. Sistemas de tratamento de dejetos de suínos. In: **I Congresso Brasileiro de Especialidades em Medicina Veterinária**. Matérias Técnicas, Curitiba, 2001. Disponível em< viA www.URL: <http://suíno.com>

BURTON, G. W. Registration of Tifton 78 Bermuda grass. **Crop Science**, Madison, v. 28, n. 2, p. 187-188, 1998.

CÂMARA, H. H. L. L.; SERAPHIN, E. S. Germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes períodos de armazenamento e tratamento hormonal. **Pesquisa Agropecuária tropical**, v. 32, n.1, p. 21-28, 2002.

CASTAMANN, A. **Aplicação de dejetos líquidos de suíno na superfície e no sulco em solo cultivado com trigo**. Passo Fundo, 2005. 115 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, 2005.

CASTRO, G. H. F; GRAÇA, D. S.; GONÇALVES, L. C. Cinética de degradação e fermentação ruminal da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu colhida em diferentes idades ao corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 59, n. 6, p. 1538-1544, 2007.

CAZARRÉ, M. M. **Otimização de lagoas anaeróbias para o tratamento de dejetos de suínos**. 2001. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

CERETTA C. A.; BASSO C. J; PAVINATO P. S. et al. Produtividade de grãos de milho, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na rotação aveia

preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1287-1295, 2005.

COLOZZA, M. T.; KIEHL, J. C.; WERNER, J. C. et al. Respostas de *Panicum maximum* cultivar Aruana a doses de nitrogênio. **B. Ind. animal**, 57:21-32, 2000.

CORRÊA, L. de A.; CANTARELLA, H.; PRIMAVESI, A. C. et al. Efeito de fontes e doses de nitrogênio na produção e qualidade da forragem de capim *Coast cross*. **R. Bras. Zootec.**, v. 36, n. 4, p.763-772, 2007.

COSTA, K. A. de P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P. et al. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência animal brasileira**, v. 6, n. 3, p. 187-193, jul./set. 2005.

COSTA, K. A. de P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V. et al. Efeitos quantitativos e qualitativos do nitrogênio e do potássio no desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* cv. MG5. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Goiás, v. 1, n. 1, p.56-70, jun. 2006.

COSTA, N. de L., TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A. et al. Comportamento forrageiro da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril na Amazônia brasileira. **Pasturas Tropicais**, vol. 28, n. 3. Nota de Investigación, 2006.

COSTA, K. A. de P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V. et al. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1197-1202, jul./ago., 2007.

COSTA, K. A. de P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. de et al. Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do capim-marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 115-123, jan./mar. 2009.

CUNHA, J. L. **Impacto ambiental em sistema de pastagem sob aplicações de esterco líquido de suínos**. 2009. 91f. . Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, UFU, Uberlândia, 2009.

CHURCH, D. C. **The ruminant animal digestive physiology on nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1988. 564p.

DIAS, P. F.; ROCHA, G. P.; ROCHA FILHO, R. R. Produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais, avaliadas no período das águas, sob diferentes doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 260-271, 2000.

DIFANTE, G. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, S. C. et al. Dinâmica do perfilhamento do capim marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, n. 2, p.189-196, 2008.

DRUMOND, L. C. D. **Produção de capim *Cynodon SP CV Tifton 85* com aplicação de água e dejetos líquidos de suíno, em área irrigada por Aspersão em malha.** 2003. 115f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 2003.

EL-MEMARI NETO, A. C., ZEOULA, L. M., CECATO, U. et al. Características químicas e estruturais do capim *Brachiaria brizantha* e seus efeitos sobre a qualidade da forragem. **PUBVET**, Londrina, v. 3, n. 3, fev 1, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** - Brasília, DF, 1999.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C. et al. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 443-449, mar./abr., 2004.

FERNANDES, L. O. **Efeito da suplementação e estratégia de terminação na produção de bovino de corte.** 2003, 105f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 2003.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**. Lavras: UFLA (Departamento de Ciências Exatas – DEX), 2007.

FORTES NETO, P.; FERNANDES, S. A. P.; JAHNEL, M. C. **Microbiota do solo como indicadora da poluição do solo e do ambiente.** In: Microbiota do solo e qualidade ambiental. Ed. SILVEIRA, S. P. D.; FREITAS, S. S.: IAC, 2007. Cap. 4, p. 259-274, 2007.

FREITAS, K. R.; ROSA, B.; RAMOS, C. S. et al. Produção e composição bromatológica do capim braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) fertilizado com diferentes doses de dejetos líquidos de suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005a, Goiânia. **Anais eletrônicos...** [CD-ROM], Goiânia, 2005.

FREITAS, K. R.; ROSA, B.; RUGGIERO, J. A. et al. Avaliação do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum**, v.27, n.1, p. 83-89, 2005b.

GARDNER, A. L. **Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção.** Brasília, IICA/EMBRAPA – CNPGL. 197 p. 1986.

GAMA-RODRIGUES, A. C. da; ROSSIELLO, R. O. P.; CARVALHO, C. A. B. de et al. Produção e partição de matéria seca em *Brachiaria brizantha* em resposta à fertilização potássica e às datas de corte. **Agronomia**, v. 36, n. 1/2, p.23-28, 2002.

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T. et al. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras marandu, setária e tanzânia nas estações do Ano. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 4, p.955-963, 2000.

GOMIDE, J. A.; CÂNDIDO, M. J. D.; ALEXANDRINO, E. As interfaces solo – planta-animal da exploração da pastagem. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. p. 267.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

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

KONZEN, E. A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de Aves**. In.: SEMINÁRIO TÉCNICO DA CULTURA DE MILHO, 5. Videira, SC, 2003 (Informe técnico).

LAU, M. M.; VAN SOEST, P. J. Titratable groups and soluble phenolic compounds as indicators of the digestibility of chemically treated roughages. **Anim. Feed Sci. Technol.**, Amsterdam, v. 6, n. 1-2, p. 123-131, 1981.

LUCAS JR., J. **Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios**. Jaboticabal, 113p. Tese (Livre-docência) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1994.

LUCAS JUNIOR, J. **Aproveitamento energético de resíduos da suinocultura**. Simpósio – energia, automação e instrumentação: XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA. Poços de Caldas, 1998. p. 63-67.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. P. 56-84.

MARCELINO, K. R. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SILVA, S. C. et al. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim Marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.6, p. 2243-2252, 2006.

MARI, L. J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (hochts. ex A. Rick) Stapf cv. Marandu): produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003. 138p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.

MEDEIROS, L. T.; REZENDE, A. V.; VIEIRA, P. F. et al. Produção e qualidade da forragem de capim marandu fertiirrigada com dejetos líquidos de suínos. **R. Bras. Zootec.**, v. 36, n. 2, p.309-318, 2007.

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

MIRANDA, C. R. de; ZARDO, A O ; GOSMANN, H. A. **Uso de dejetos de suínos na agricultura**. Concórdia: EMBRAPA- CNPSA, 1999. 2p. (EMBRAPA – CNPSA. Instruções técnicas para o suinocultor, n.11).

MONTEIRO, F. A.; VENDDEMIATTI, J. A.; SILVEIRA, C. P. Concentração de enxofre e relação N:S em folhas diagnósticas de capim-tanzânia suprido de doses de nitrogênio e enxofre. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).

MORAES, S. S. **Principais deficiências minerais em bovinos de corte**. EMBRAPA Gado de Corte (Documento 112), Campo Grande, MS, dezembro, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7.ed. Washington, DC: National Academy of Sciences / National Research Council, 1996. 234p.

NOLLER, C. H.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; QUEIROZ, D. S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13, 1996. Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 319-352.

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

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. et al. Estrutura do dossel e Acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 281-287, fev. 2007.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M. de. Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente. In.: SOBESTIANSKY, J. et al. **Suinocultura Intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998. p. 221-235.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M. De; NONES, K. Produção de suínos e meio ambiente. In.: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9. 2001, Gramado. **Anais...**Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2001, p. 8-24.

PINTO, L. F. M.; SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F. et al. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 3, p. 439-447, jul./set. 2001.

POSTIGLIONI, S. R. Avaliação de sete gramíneas de estação quente para produção de carne nos campos gerais do Paraná. **Pesq. Agropec. Bras.** [online]. 2000, vol.35, n.3 [2009-10-22], pp. 631-637.

PRADO, R. M. **Manual de nutrição de plantas**. FUNEP: Jaboticabal, SP. 2007, 500p.

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

RAIJ, B. vAn; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. **Boletim de recomendação de correção do solo e fertilidade do estado de São paulo** (Boletim 100). IAC, Campinas, 1996.

REZENDE, A. V.; MEDEIROS, L. T.; CUNHA NETO, F. R. et al. Adubação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com dejetos líquidos de suínos. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2004.

REZENDE, C. P.; PEREIRA, J. M.; PINTO, J. C. et al. Estrutura do pasto disponível e do resíduo pós-pastejo em pastagens de capim Cameroon e capim Marandu. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, n. 10, p.1742-1749, 2008.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras**. FCAVJ-UNESP: FUNEP, 26 p., 1993.

RODRIGUES, A. L. P., SAMPAIO, I. B. M., CARNEIRO, J. C. et al. Degradabilidade *in situ* da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 5, p.658-664, 2004.

ROPPE, L. Quem é quem na suinocultura mundial. **Revista Porkworld**, n.1, ano 1, p.14-16, 2001.

ROQUE, A. P.; CUNHA, E. A.; SANTOS, E. Suplementação mineral para ovinos em pastagem. Boletim Técnico (SERRANA Nutrição Animal). Disponível em: <http://www.serrana.com.br/nutricaoanimal/boletimtecnicointegra.asp?id=29>. Acesso em 30 de julho de 2010.

ROSA, B.; SOUZA, H.; RODRIGUES, K. F. Composição química do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu tratado com diferentes proporções de uréia e de água. **Ciência animal brasileira**, v. 1, n. 2, p. 107-113, jul./dez. 2000.

ROSA, B.; BARNABÉ, F. H. G. A.; SILVA, L. T. Utilização de dejetos líquidos de suínos como fonte de NPK para o capim braquiário (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2002. 1 CD-ROM.

ROSA, B.; BARNABÉ, F. H. G. A.; HEINEMANN, A. B. et al. Produção e composição químico-bromatológica do capim braquiário cv. Marandu fertilizado com diferentes doses de dejetos líquidos de suínos. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2004.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; ELLWANGER, M. F.; SCHERER, C. V. et al. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: cultivar Tifton 85. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, n. 11, p.1940-1946, 2008.

SCHERER, E. E.; AITA, C.; BALDISSERA, I. T. **Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante.** Florianópolis, 1996. EPAGRI, 46p. (Boletim técnico).

SILVA, A. A.; PRADO, P. P.; COSTA, A. M. Utilização de dejetos de suínos como fertilizante de pastagem degradada de *Brachiaria decumbens*. In.: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 5., 2005. Vale do Paraíba. **Anais...**Vale do Paraíba, 2005. p. 1746-1749.

SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. et al. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 38, n. 4, p. 657-661, 2009.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SOARES FILHO, C. V. **Curso de manejo de pastagem.** Apostila. Departamento de apoio, produção e saúde animal. Campus de Araçatuba, SP, 44p. 1997.

SOARES FILHO, C. V.; RODRIGUES, L. R. A.; PERRI, S. H. V. et al. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região Noroeste do estado de São Paulo. **Maringá**, v. 24, n. 5, p. 1377-1384, 2002.

SOUTELLO, R. V. G. de; MARIN, C. M.; TAVONE, A. et al. Importância do fósforo na suplementação mineral de bovinos de corte. **Ciê. Agr. Saúde.** FEA, Andradina, v. 3, n. 1, jan-jun, 2003, p. 49 – 54.

TAKITANE, I. C. Produção de dejetos e caracterização de possibilidades de aproveitamento em sistemas de produção de suínos com alta tecnologia no estado de São paulo. 2001.128f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, UNESP, Botucatu, 2001.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte. In: _____. VALADARES FILHO, S. C. et al. **Consumo de matéria seca de bovinos nelore e mestiços**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 142p.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 17., Piracicaba, 2000. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 65-108.

VIEIRA, B. R.; ZANINE, A. M.; Indicadores funcionales de rozar para el *Brachiaria brizantha* cv. el césped de marandu. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 7, n. 10, outubro. 2006.

VIELMO, H. **Dejetos líquidos de suínos na adubação de pastagem de Tifton 85**. 2008. 94f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, 2008.

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. Importância da interação solo-planta-animal na nutrição de ruminantes. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM NUTRIÇÃO ANIMAL, v. 1, 1993. Brasília: MAARA/SDR/SENA. **Anais...** Brasília, 1993. p.11-20.

WUNSCH, C.; BARCELLOS, J. O. J.; PRATES, Ê. R. Macrominerais para bovinos de corte nas pastagens nativas dos Campos de Cima da Serra – RS. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4. Santa Maria, Jul./Ago. 2006.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES, V. P.; MACEDO, M. C. M. et al. Manejo de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. **Plantas Forrageiras de Pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 1995. P. 69-100. (Série Atualização em Zootecnia, 13).

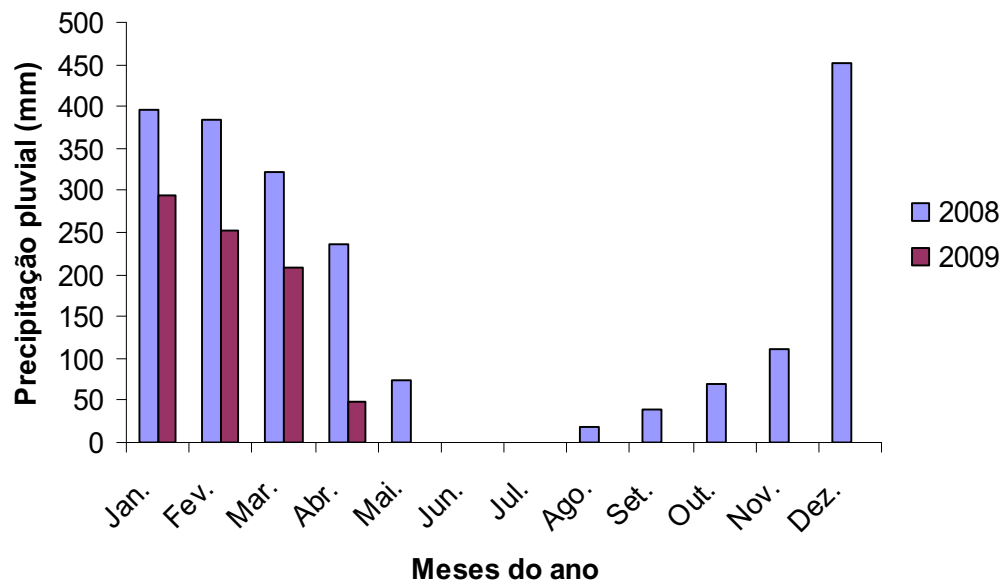
ANEXOS**Anexo 1**

Figura 13 - Precipitação pluvial total mensal (mm) registrada durante o período experimental.

Anexo 2

Tabela 18. Caracterização química do solo realizada em abril de 2009.

Tratamentos	Profundidade (m)	pH	M.O.	V	T	SB	H+Al
		CaCl ₂	g dm ⁻³	%	-----mmol _c dm ⁻³ -----		
Testemunha	0 - 0,10	4,50	19,75	32,75	55,90	18,40	37,50
	0,10 - 0,20	4,10	19,50	17,25	50,98	8,73	42,25
100 m ³	0 - 0,10	5,15	21,25	60,00	72,58	43,83	28,75
	0,10 - 0,20	4,33	19,50	25,25	52,18	13,18	39,00
200 m ³	0 - 0,10	5,23	25,00	63,00	90,98	57,73	33,25
	0,10 - 0,20	4,40	20,50	27,50	61,53	17,03	44,50
300 m ³	0 - 0,10	5,38	26,50	69,75	104,08	74,33	29,75
	0,10 - 0,20	4,80	23,75	47,50	75,33	39,83	35,50
600 m ³	0 - 0,10	5,23	33,50	64,00	111,45	75,95	35,50
	0,10 - 0,20	4,80	25,25	47,75	83,43	43,68	39,75
		P	K	Ca		Mg	
		mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----				
Testemunha	0 - 0,10	44,75	0,65	12,50		5,25	
	0,10 - 0,20	35,00	0,48	7,00		1,25	
100 m ³	0 - 0,10	138,25	0,58	37,50		5,75	
	0,10 - 0,20	61,00	0,43	11,50		1,25	
200 m ³	0 - 0,10	290,00	0,48	51,25		6,00	
	0,10 - 0,20	119,25	0,53	15,00		1,50	
300 m ³	0 - 0,10	361,00	0,58	66,75		7,00	
	0,10 - 0,20	218,75	0,58	36,00		3,25	
600 m ³	0 - 0,10	544,75	0,70	68,75		6,50	
	0,10 - 0,20	303,00	0,68	39,00		4,00	
		B	Cu	Fe	Mn	Zn	
		-----mmol _c dm ⁻³ -----					
Testemunha	0 - 0,10	0,22	2,08	32,75	5,60	2,25	
	0,10 - 0,20	0,31	2,43	33,50	4,98	1,75	
100 m ³	0 - 0,10	0,23	3,63	24,25	4,03	5,78	
	0,10 - 0,20	0,31	3,30	39,50	4,13	3,13	
200 m ³	0 - 0,10	0,28	6,80	38,50	4,73	11,73	
	0,10 - 0,20	0,31	5,13	55,25	5,65	5,93	
300 m ³	0 - 0,10	0,26	6,58	28,00	3,50	13,53	
	0,10 - 0,20	0,36	4,98	35,25	4,88	7,98	
600 m ³	0 - 0,10	0,33	10,98	43,25	4,73	21,88	
	0,10 - 0,20	0,35	7,28	45,00	6,55	11,38	

Caracterização realizada conforme metodologia descrita por Raij et al. (1996).

pH = utilizando o extrator CaCl₂; M.O = matéria orgânica; V = saturação por bases;

CTC= capacidade de troca catiônica; SB= soma de bases.

Anexo 3

Tabela 19. Análise de variância da produção de massa seca (kg MS ha⁻¹).

FV	GL	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	55,43	0,0000
Bloco	3	2,13	0,1492
Erro 1	12		
Tempo	7	71,30	0,0000
Erro 2	21		
Trat*Tempo	28	4,87	0,0000
Erro 3	84		
Total	159		
CV 1 (%)	20,15		
CV 2 (%)	39,34		
CV 3 (%)	27,37		

Anexo 4

Tabela 20 Análise de variância da taxa de acúmulo de forragem (kg MS ha⁻¹dia⁻¹).

FV	GL	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	8,12	0,0021
Bloco	3	1,24	0,3385
Erro 1	12		
Tempo	7	44,05	0,0000
Erro 2	21		
Trat*Tempo	28	1,58	0,0559
Erro 3	84		
Total	159		
CV 1 (%)	52,47		
CV 2 (%)	71,40		
CV 3 (%)	59,17		

Anexo 5

Tabela 21 – Análise de variância da composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu obtida em oito cortes.

FV	GL	Pr>Fc				
		MS	PB	FDN	FDA	HEM
Tratamento	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0016
Bloco	3	0,1908	0,2416	0,3193	0,4378	0,1221
Erro 1	12					
Tempo	7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Erro 2	21					
Trat*Tempo	28	0,0000	0,0025	0,0000	0,0098	0,0000
Erro 3	84					
Total	159					
CV 1 (%)		11,81	14,92	2,39	8,59	8,20
Cv 2 (%)		17,00	16,08	6,30	12,00	13,94
Cv 3 (%)		10,80	10,25	3,91	9,73	10,79

Anexo 6

Tabela 22. Análise de variância dos macrominerais analisados na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

FV	GL	Pr>Fc			
		Ca	P	Mg	K
Tratamento	4	0,0000	0,0017	0,0086	0,0001
Bloco	3	0,1020	0,0583	0,0830	0,0776
Erro 1	12				
Tempo	6	0,0000	0,0014	0,0031	0,0000
Erro 2	18				
Trat*Tempo	24	0,0000	0,0000	0,0327	0,0000
Erro 3	72				
CV 1 (%)		17,19	30,45	21,03	19,05
Cv 2 (%)		15,46	14,05	13,46	16,30
Cv 3 (%)		14,01	13,95	13,45	16,21