

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

**BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DOS DEJETOS DE SUÍNOS E
BOVINOS E UTILIZAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE NO CAPIM-
PIATÃ**

Marco Antonio Previdelli Orrico Junior

Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2011

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

**BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DOS DEJETOS DE SUÍNOS E
BOVINOS E UTILIZAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE NO CAPIM-
PIATÃ**

Marco Antonio Previdelli Orrico Junior

Orientador: Prof. Dr. Jorge de Lucas Junior

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Novembro de 2011

- O75b Orrico Junior, Marco Antonio Previdelli
Biodigestão anaeróbia dos dejetos de suínos e bovinos e utilização do biofertilizante no capim-piatã. / Marco Antonio Previdelli Orrico Junior. -- Jaboticabal, 2011
xix, 99 f. ; 28 cm
- Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011
Orientador: Jorge de Lucas Junior
Banca examinadora: Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes, Adélia Pereira Miranda, Ana Claudia Ruggieri, Adhemar Pitelli Milani
- Bibliografia
1. Água residuária. 2. Biodigestor. 3. Brachiaria brizantha. 4. Metano.
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- CDU 636.2/.4:631.862

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Marco Antonio Previdelli Orrico Junior - filho de Marco Antonio Previdelli Orrico e Maria de Lourdes da Silva Orrico, nascido em 11 de dezembro de 1982, é natural da cidade de Taquaritinga, estado de São Paulo. Em 2005 graduou-se em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – Unesp - Campus de Jaboticabal, sendo que neste mesmo ano foi aprovada para ingresso no curso de Mestrado em Zootecnia desta Instituição, o qual foi concluído em dezembro de 2007.

Atuou como docente dos cursos de Zootecnia, Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Católica Dom Bosco entre os anos de 2007 e 2009. Durante este período ministrou na instituição as disciplinas de Introdução a Zootecnia, Bioclimatologia, Forragicultura, Conservação de forragem, Gestão Ambiental, Ovinocultura, Caprinocultura e Produção Animal, além de ser coordenador de Estágio Supervisionado, membro do conselho do curso de Zootecnia e responsável técnico pelo setor de ovinocultura da Fazenda Escola.

Em março de 2009 ingressou no curso de Doutorado em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – Unesp - Campus de Jaboticabal, com termino previsto para março de 2012.

Em fevereiro de 2011 foi aprovado no concurso público para o cargo de docente temporário da Universidade Federal da Grande Dourados UFGD-MS, para ministrar as disciplinas de Introdução a Zootecnia, Criações e Exploração de Animais, Microbiologia Zootécnica e Análise de Alimentos, para os cursos de Zootecnia e Engenharia Agrícola. Cargo este que é ocupado até o momento.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A minha Esposa

Carol, você é a pessoa que sempre está ao meu lado nos momentos bons e ruins, sem você não teria conseguido chegar onde cheguei e conquistar o que conquistei. Você é a pessoa que me compreende do início ao fim.

TE AMO

A minha Filha

Clarinha, antes de você nascer achava que a sua presença não mudaria nada na minha vida, mas estava completamente enganado. Você mudou meu jeito de ser, mudou meus objetivos de vida e principalmente, mudou minha forma de encarar o mundo. Acho que a experiência da paternidade me tornou um ser humano melhor e espero que eu consiga retribuir tudo isso sendo um bom pai para você.

TE AMO

A minha família

Minha mãe, Maria de Lourdes e meu pai Marco Antonio pelo exemplo de força, coragem diante das dificuldades e pelo orgulho que sente de mim;
Meu irmão, Humberto pela amizade e companherismo;
Meus avôs já falecidos que me ofereceram tudo o que tinham de melhor: amor, amizade, atenção, carinho e compreensão. Por isso eu sempre carregarei comigo a lembrança de vocês.

A minha segunda família

A minha sogra Maria Helena e minha cunhada Juliana por me acolher e amar como se fosse da família.
Gosto muito de vocês

Ao meu orientador, Jorge

Sei que fui ausente durante o meu doutorado, pouco te vi, pouco te procurei, não mandei sequer uma linha desta tese para você corrigir e mesmo assim você nunca se irritou ou me cobrou. Será que você confia em mim tanto assim? Se isso não for confiança eu não sei o que é.
Obrigado pela credibilidade e espero que goste do conteúdo deste trabalho. Foi um imenso prazer conviver com você durante todos estes anos, agradeço a Deus por colocá-lo em meu caminho e espero que um dia alguém sinta por mim a mesma admiração que eu sinto por você.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa e financiamento da pesquisa, o que viabilizou a execução desta tese.

A esta Universidade, que há 10 anos me acolheu. Sinto imenso orgulho em ser parte deste Campus. Obrigado a todos os funcionários que tão gentilmente me receberam e auxiliaram neste período. Foram anos inesquecíveis, que muito colaboraram para a pessoa que sou hoje.

Aos professores Maria Cristina Thomaz, Alexandre Amstalden de Moraes Sampaio pela disponibilidade das Instalações de seus setores. Em especial a professora Ana Cláudia Ruggiere pela ajuda recebida na montagem e monitoramento do experimento de forragem.

A professora e pesquisadora da Embrapa Gado de Corte Denise Montagner Baptalin, que colaborou muito na elaboração dos capítulos 4 e 5 desta tese. Além dos alunos Stanley Ribeiro Centurion, Natália da Silva Sunada e Arley Borges de Moraes Oliveira, que colaboraram imensamente com as atividades de campo.

A todos os membros da banca examinadora, pela disponibilidade, receptividade e preciosas colaborações.

A todos os funcionários do Departamento de Engenharia Rural, em especial, Fiapo, Luiz Fiapo, Luizinho, Marquinho, Primo e Miriam, pela atenção e carinho.

A todos que de alguma forma contribuíram com este trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS.....	IX
LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XIII
RESUMO.....	XIV
SUMMARY.....	XV
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	16
1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 Suinocultura.....	18
2.2 Bovinocultura.....	19
2.3 Processo de Biodigestão Anaeróbia.....	21
2.4 Uso dos efluentes na adubação de gramíneas forrageiras.....	23
2.5 Importância do estudo das características morfogênicas e estruturais	24
2.6 Influência da adubação e dos períodos de corte sobre as gramíneas	
forrageiras tropicais.....	26
3. OBJETIVOS.....	28
4. REFERÊNCIAS.....	29
CAPÍTULO 2 - INFLUÊNCIA DA RELAÇÃO VOLUMOSO CONCENTRADO	
E DO TEMPO DE RETENÇÃO HIDRÁULICA NA BIODIGESTÃO	
ANAERÓBIA DE DEJETOS DE BOVINOS.....	34
1. INTRODUÇÃO.....	35
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4. CONCLUSÕES.....	45
5. REFERÊNCIAS.....	45
CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO DE PARAMETROS DA BIODIGESTÃO	
ANAERÓBIA DE DEJETOS DE SUÍNOS ALIMENTADOS COM DIETAS A	

BASE DE MILHO E SORGO.....	49
1. INTRODUÇÃO.....	50
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	51
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4. CONCLUSÕES.....	60
5. REFERÊNCIAS.....	60
CAPÍTULO 4 - DOSES DE BIOFERTILIZANTES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DO CAPIM PIATÃ	63
1. INTRODUÇÃO.....	64
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
4. CONCLUSÕES.....	76
5. REFERÊNCIAS.....	76
CAPITULO 5 - VALOR NUTRITIVO DO CAPIM PIATÃ ADUBADO COM DIFERENTES DOSES DE BIOFERTILIZANTE DE BOVINOCULTURA E SUINOCULTURA.....	80
1. INTRODUÇÃO.....	81
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	82
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	86
4. CONCLUSÕES.....	91
5. REFERÊNCIAS.....	92
CAPITULO 5 – IMPLICAÇÕES.....	95
APÊNDICES.....	97

LISTA DE ABREVIATURAS

CFF: comprimento final de folha;

CH₄: metano

CV: coeficiente de variação;

DBO: demanda bioquímica de oxigênio;

DIVMS: digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca

DQO: demanda química de oxigênio

DVF: duração da vida da folha;

FDA: fibra em detergente ácido;

FDN: fibra em detergente neutro;

MO: matéria orgânica;

MOC: matéria orgânica compostável;

MORC: matéria orgânica resistente a compostagem;

MS: matéria seca;

MV: matéria verde;

N: nitrogênio

NFV: número de folhas verdes;

NMP: número mais provável

PB: proteína bruta;

ST: sólidos totais;

SV: sólidos voláteis;

TAIC: taxa de alongamento de colmo;

TAIF: taxa de alongamento de folha;

TApF: taxa de aparecimento de folha;

TRH: tempo de retenção hidráulica;

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 2 - INFLUÊNCIA DA RELAÇÃO VOLUMOSO CONCENTRADO E DO TEMPO DE RETENÇÃO HIDRÁULICA NA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE BOVINOS

TABELA 1. Composição (g/kg de matéria seca) das dietas experimentais.....	37
TABELA 2. Caracterização dos dejetos produzidos por bovinos alimentados com dietas contendo 60% de volumoso (V) e 40% de concentrado (C) ou 40% de volumoso (V) e 60% de concentrado (C).....	38
TABELA 3. Redução (%) de sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e celulose em substratos preparados a partir dos dejetos de bovinos de corte alimentados com dietas com diferente relação volumoso:concentrado, em diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH).....	41
TABELA 4. Produções totais (m ³) de biogás e metano e porcentagens relativa (120 dias de retenção) e de metano aos 30, 60, 90 e 120 dias de retenção, em substratos preparados a partir dos dejetos de bovinos de corte alimentados com dietas com diferente relação volumoso:concentrado, em diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH).....	42
TABELA 5. Potenciais médios de produção de biogás em substratos preparados a partir dos dejetos de bovinos de corte alimentados com dietas com diferente relação volumoso:concentrado, em diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH).....	43
TABELA 6. Números mais prováveis (NMP/100mL) de coliformes totais e termotolerantes em substratos preparados a partir dos dejetos de bovinos de corte alimentados com dietas com diferente relação volumoso:concentrado, em diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH).....	44

CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO DE PARAMETROS DA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE SUÍNOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE MILHO E SORGO

TABELA 1. Composição das dietas utilizadas para a alimentação dos suínos durante a fase de engorda.....	52
TABELA 2. Caracterização dos afluentes utilizados no experimento.....	55
TABELA 3. Redução (%) de ST, SV, DQO e DBO em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo, em diferentes TRH.....	55
TABELA 4. Produções totais (m ³) de biogás e metano e porcentagens relativa (120 dias de retenção) e de metano aos 30, 60, 90 e 120 dias de retenção, em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo.....	57
TABELA 5. Potenciais médios de produção de biogás em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo, em diferentes TRH.....	57
TABELA 6. Números mais prováveis (NMP.mL ⁻¹) de coliformes totais e termotolerantes em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo, em diferentes TRH.....	59

CAPÍTULO 4 - DOSES DE BIOFERTILIZANTES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DO CAPIM PIATÃ

TABELA1. Dados meteorológicos coletados no interior da casa de vegetação durante o período experimental.....	65
TABELA 2. Teores dos macro e microminerais contidos na matéria seca (MS) dos biofertilizantes de bovino e suíno utilizados no experimento....	67
TABELA 3. Datas em que foram realizados os corte em função da dose de nitrogênio e os diferentes períodos de corte de <i>Brachiaria brizantha</i> cv Piatã.....	68
TABELA 4. Intervalo entre cortes (dias) em função da dose de nitrogênio e os	

diferentes períodos de corte de <i>Brachiaria brizantha</i> cv Piatã.....	69
TABELA 5 Produção e perfilhamento em <i>Brachiaria brizantha</i> cv Piatã nos diferentes períodos de corte.....	74
TABELA 6 Características morfogênicas e estruturais <i>Brachiaria brizantha</i> cv Piatã em diferentes períodos de corte.....	75
CAPITULO 5 - VALOR NUTRITIVO DO CAPIM PIATÃ ADUBADO COM DIFERENTES DOSES DE BIOFERTILIZANTE DE BOVINOCULTURA E SUINOCULTURA	
TABELA 1. Dados meteorológicos coletados no interior da casa de vegetação durante o período experimental.....	83
TABELA 2. Teores dos macro e microminerais contidos na matéria seca (MS) dos biofertilizantes de bovino e suíno utilizados no experimento....	84
TABELA 3. Datas em que foram realizados os corte em função da dose de nitrogênio e os diferentes períodos de corte de <i>Brachiaria brizantha</i> cv Piatã.....	85
TABELA 4. Intervalo entre cortes (dias) em função da dose de nitrogênio e os diferentes períodos de corte de <i>Brachiaria brizantha</i> cv Piatã.....	86
TABELA 5. Teores de FDN, FDA, celulose, hemicelulose, lignina, proteína bruta e digestibilidade da MS de <i>Brachiaria brizantha</i> cv Piatã em diferentes períodos de corte.....	90

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

- FIGURA 1. Esquema que representa o fluxo de carbono durante a decomposição anaeróbia da matéria orgânica complexa a metano (VAZOLLER *et al.*, 1995)..... 22

CAPÍTULO 4 - DOSES DE BIOFERTILIZANTES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DO CAPIM PIATÃ

- FIGURA 1: Produção de matéria verde (MV) e matéria seca (MS) em *Brachiaria brizantha* cv Piatã em diferentes doses de nitrogênio. Significativo a 1%..... 70
- FIGURA 2: Taxa de alongamento de folha (TAIF), taxa de alongamento de pseudocolmo (TAIC), taxa de aparecimento de folha (TApF), filocrono, comprimento final de folha (CFF), número de folhas verdes por perfilho (NFV), número de perfilho por vaso e peso médio dos perfilhos vivos por vaso em *Brachiaria brizantha* cv Piatã em diferentes doses de nitrogênio. Significativo a 1%..... 71

CAPÍTULO 5 - VALOR NUTRITIVO DO CAPIM PIATÃ ADUBADO COM DIFERENTES DOSES DE BIOFERTILIZANTE DE BOVINOCULTURA E SUINOCULTURA

- FIGURA 1. Teores FDN e FDA (% da MS) de *Brachiaria brizantha* cv Piatã empregando-se diferentes doses de nitrogênio. Significativo a 1%..... 87
- FIGURA 2. Teores de celulose, hemicelulose e lignina (% da MS) de *Brachiaria brizantha* cv Piatã em diferentes doses de nitrogênio. Significativo a 1%..... 88
- FIGURA 3. Teores de PB (% da MS) e coeficiente de digestibilidade (%) MS de *Brachiaria brizantha* cv Piatã em diferentes doses de nitrogênio. Significativo a 1%..... 89

BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DOS DEJETOS DE SUÍNOS E BOVINOS E UTILIZAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE NO CAPIM-PIATÃ

RESUMO: O objetivo do trabalho foi identificar as alterações na composição e no processo de biodigestão dos dejetos gerados por suínos e bovinos de corte na fase de terminação, alimentados com diferentes dietas e submetidos a distintos tempos de retenção hidráulica (TRH), e ainda, verificar a influência dos tipos e doses dos biofertilizantes sobre as características produtivas, morfogênicas, estruturais e valor nutritivo do capim Piatã. Para cada espécie animal foram adotadas duas dietas diferentes, sendo que para os suínos uma das dietas conteve milho e a outra sorgo, como recurso energético, e para os bovinos as dietas variaram as proporções entre volumoso (V) e concentrado (C) (40V:60C e 60V:40C). O ensaio de caracterização dos dejetos nas condições descritas foi realizado anteriormente ao processo de biodigestão anaeróbia, para o qual foram adotados TRH de 30, 60, 90 e 120 dias, em reatores batelada. Com base nos teores de N adotaram-se diferentes doses (0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹ equivalente N) dos biofertilizantes (bovino e suíno) para a produção de capim Piatã. Os resultados demonstraram que o aumento da proporção de V na dieta dos bovinos e o uso de sorgo na dieta de suínos resultaram em menor eficiência dos potenciais de produção de biogás e metano, que foram em média 13,0 e 8,6% menor, respectivamente. Não foram observadas diferenças significativas sob a produção de forragem e parâmetros avaliados para os dois biofertilizantes, no entanto, verificou-se melhora das características produtivas, morfogênicas, estruturais e do valor nutritivo da forrageira, seguindo modelos lineares de predição, em relação às doses de N empregadas na adubação.

Palavras-Chave: água residuária, biodigestor, *Brachiaria brizantha*, metano.

ANAEROBIC BIODIGESTION OF PIG AND CATTLE WASTE AND USE OF BIOFERTILIZER ON THE PIATA-GRASS

SUMMARY: The aim of this work was to identify the alterations on compound and biodigestion process of waste from ending swine and beef cattle that were fed with different diets and submitted to distinct hydraulic retention times (HRT), and also to verify the influence of types and doses of biofertilizers on productive, morphogenic, structural characteristics and nutrient value of Piatã pasture. For every animal species, two different diets were adopted, which one had corn and other had sorghum, for swine, as energy source, and for cattle, diets varied between roughage (R) and concentrate (C) (40R:60C and 60R:40C). Waste characterization trial in described conditions was done before anaerobic biodigestion process, for that HTR of 30, 60, 90 and 120 days were adopted, in batch reactor. Based on contents of N, different doses were adopted (0, 100, 200 and 300 kg ha⁻¹, N equivalent) of biofertilizers (cattle and swine) for Piatã pasture yield. Results showed that the increasing of roughage proportion in cattle diet and the use of sorghum in swine diet resulted in less efficiency of biogas and methane production potential, which were in average 13.0 and 8.6 % smaller, respectively. It were not observed significative differences under pasture yield and evaluated parameters for both two biofertilizers, however, an improvement of productive morphogenic, structural characteristics and nutrient value of pasture was verified, following prediction linear models, in relation to doses of N using for fertilization.

Keywords: wastewater, biodigestor, *Brachiaria brizantha*, methane.

CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A exploração animal assume um caráter desafiador, que é a adoção de sistemas produtivos que sejam capazes de reduzir o poder poluente dos seus resíduos e aproveitá-los racionalmente de forma a preservar o meio ambiente (OLIVEIRA, 2006).

A suinocultura se caracteriza como uma atividade que acarreta sérios prejuízos ambientais, devido à elevada capacidade poluente dos dejetos, principalmente pelas concentrações de matéria orgânica, coliformes totais e termotolerantes e pelos elevados teores de nitrogênio e fósforo. Outros fatores que contribuem ainda mais para agravar o problema são: excessivo uso de água na higienização das instalações (aumento da quantidade de resíduo e assim da sua capacidade de dispersão) e a criação de um número alto de animais totalmente confinados (concentração da produção dos dejetos) em pequenas áreas, reduzindo a área de disposição destes resíduos.

A criação intensiva de bovinos destinados ao abate também tem colaborado com a intensificação dos problemas ambientais, principalmente pela limitação de espaço físico para a disposição dos resíduos, aumento das emissões de CO₂ e CH₄ e possibilidade de eutrofização das fontes de água e poluição do solo (GÜNGÖR – DEMIRCI & DEMIRER, 2004).

Diante deste cenário, a biodigestão anaeróbia vem se tornando um dos sistemas mais utilizado no tratamento e reciclagem dos dejetos gerados na produção animal, principalmente por estabilizar a matéria orgânica, reduzir ou eliminar os patógenos e promover agregação de valor às atividades com a produção do biogás e do biofertilizante. Desta forma o investimento feito para a implantação do sistema pode ser recuperado conforme se utiliza o gás como combustível e o biofertilizante como adubo reduzindo o custo de produção.

Mas apesar de eficiente o processo de biodigestão anaeróbia não resolve por completo o problema dos resíduos, visto que este apenas reduz a carga orgânica, restando ainda, altas quantidades de elementos minerais que impedem-no de ser descartado de maneira indiscriminada no solo ou em

corpos de água.

Seguindo esta tendência, muitas criações de animais, principalmente as localizadas no Centro-Oeste brasileiro (maior disponibilidade de área), vêm obedecendo um sistema no qual há integração da criação de animais com a produção de grãos ou de pastagem. Desta forma boa parte dos nutrientes contidos nos dejetos pode ser extraída pela cultura e exportados da área após a colheita, diminuindo as chances de saturação do solo e conseqüente poluição dos corpos d'água.

O melhor destino dos resíduos orgânicos líquidos estabilizados seria a fertirrigação de culturas vegetais, desde que sejam respeitadas a exigência da cultura e as características do solo (OLIVEIRA, 2006). Esta integração vem ganhando força nas novas unidades produtoras, pois além de reduzir o custo de produção também promove a sustentabilidade local.

Dentre as culturas existentes, as forrageiras em especial do gênero *Brachiaria* respondem bem a adubação orgânica, como mostra os trabalhos de BARNABÉ, (2001); KONZEN, (2002), MEDEIROS et al, (2007) e SCHEFFER-BASSO et al, (2008) onde o uso de efluentes acarretou melhorias na produção de forragem e ainda na qualidade da mesma.

Considerando a importância econômica e ambiental da reciclagem dos dejetos produzidos por suínos e bovinos destinados ao abate, torna-se necessário não apenas pesquisas voltadas para o tratamento dos dejetos por meio da biodigestão anaeróbia, mas também uma avaliação direcionada para a influência do biofertilizante gerado nestas condições sobre as características produtivas, morfogênicas, estruturais e nutricionais das plantas forrageiras.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Suinocultura

As suinoculturas modernas têm com principais características o elevado número de suínos alojados nas unidades produtoras e grande número de unidades produtoras próximas às áreas aonde há produção de grãos. Isto se deve a pequena margem de lucro da atividade que obriga o suinocultor a reduzir o custo das dietas e maximizar o uso das instalações. Segundo LUDKE & LUDKE, (2004) a concentração na produção de suínos é uma tendência verificada na maioria dos principais países produtores. Comparativamente aos outros países e mantidas as atuais condições internas de produção, a cadeia produtiva do suíno nacional terá maior lucro em uma economia de escala. Entretanto os problemas ambientais serão mais intensos nas regiões produtoras o que exige uma série de providências para evitar uma possível contaminação ambiental.

Os resíduos provenientes da suinocultura são compostos pelos dejetos, restos de ração, material do piso das baias e água em maior ou menor quantidade, dependendo do manejo adotado na criação. Quando se utiliza grande quantidade de água para lavagem e remoção dos dejetos, obtém-se um resíduo mais líquido e em maior volume, aumentando a preocupação com danos ambientais quando os resíduos são manejados de forma incorreta, uma vez que o poder de dispersão do material líquido é mais elevado que o resíduo coletado por meio de raspagem das baias.

De acordo com PERDOMO et al. (1999) uma granja com 100 matrizes em ciclo completo produz cerca de 10 m^3 de dejetos. dia^{-1} , quando se utiliza pouca água na higienização das instalações, 15 m^3 de dejetos. dia^{-1} ao se empregar uma quantidade intermediária de água na lavagem das instalações e mais de 20 m^3 de dejetos. dia^{-1} , utilizando-se grandes quantidades de água para limpeza. PERSSON (2002) encontrou volumes de dejetos nas unidades de produção de leitões próximos ao volume gerado nas unidades de ciclo completo, em média 47,0 e 48,3 l.matriz $^{-1}.\text{dia}^{-1}$, respectivamente.

Além da grande quantidade de efluentes da atividade suinícola, ressalta-

se também as concentrações de matéria orgânica e nutrientes o que eleva a capacidade poluente, quando dispostos de maneira inadequada. ATIKSON e WATSON (1996) ressaltaram as elevadas excreções de nitrogênio (N) e fósforo (P) por suínos. Os autores constataram que as quantidades de N nos dejetos (fezes + urina) se elevaram com o crescimento dos animais, apresentando valores de 60, 67 e 81% de N excretado, em relação à quantidade fornecida, por suínos nas fases de leitões, crescimento e adulto, respectivamente. Ao considerarem as perdas de fósforo, observaram que em média 66% do P ingerido será perdido nas fezes, ao verificarem valores que variaram de 61% a 83% de P excretado, em relação à quantidade fornecida, evidenciando inclusive, maiores perdas de P em relação ao N. Neste aspecto a concentração de fósforo nos dejetos de suínos, ao invés do nitrogênio, assume maior importância.

O poder poluente dos dejetos suínos também pode ser expresso pela DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), que apresenta concentrações superiores às contidas no esgoto humano. Sua capacidade poluidora, em termos comparativos, é muito superior ao de outras espécies, pois enquanto a DBO per capita de um suíno com 85 kg de peso vivo varia de 189 a 208 g O_2 .animal⁻¹.dia⁻¹, a doméstica é de apenas 45 a 75 g O_2 .habitante⁻¹.dia⁻¹ (EMBRAPA, 2002). SÁNCHEZ et al. (2001) analisaram os dejetos de suínos e observaram concentrações de DQO (Demanda Química de Oxigênio) e DBO iguais a 20 e 10g O_2 .L⁻¹ e teores de sólidos totais e voláteis, sólidos sedimentáveis totais e voláteis, nitrogênio e fósforo nas seguintes quantidades: 12,1; 9,5; 5,5; 5,2; 0,7 e 0,3 g.L⁻¹ respectivamente.

2.2 Bovinocultura

Apesar de a pecuária nacional ter como base a produção de bovinos em pastagens, alguns produtores optam por terminar seus animais em confinamento, no intuito de garantir melhores preços durante a entressafra. Nestes casos o acúmulo dos resíduos no confinamento pode levar a contaminação do solo e da água ocasionando sérios problemas ambientais no

entorno da propriedade.

Para VAN HORN et al. (1994), diversos fatores podem estar envolvidos na quantidade de fezes excretada pelos bovinos, entre eles pode-se citar: peso, idade, nível de produção, estado fisiológico, quantidade e qualidade do alimento fornecido aos animais, sistema de produção (pasto, confinamento ou semi-confinamento) e até mesmo a estação do ano. Segundo ENSMINGER et al. (1990) um bovino de corte excreta em média 24 kg por dia de fezes frescas, quantidade inferior à produzida por vacas produtoras de leite que podem chegar a 40 kg de fezes por dia.

As concentrações de nutrientes nos dejetos produzidos pelos bovinos variam significativamente, principalmente de acordo com a ingestão de alimento e os níveis de suplementação (VAN HORN et al., 1994). De maneira geral, os dejetos produzidos pelos bovinos destinados ao abate, apresentam características menos poluidoras do que os excretados por suínos, no entanto não devem ser encarados somente sob este ponto de vista, pois devido aos bovinos serem maiores, excretam maiores quantidades e apresentam maior idade de abate, em comparação com os suínos.

A composição dos dejetos de bovinos destinados ao abate foi avaliada por GÜNGÖR – DEMIRCI e DEMIRER (2004), que observaram teores de 16,9 e 83,2% para os ST e SV, respectivamente, demanda química de oxigênio igual a $1,2\text{g O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ de massa seca, sendo que a DQO dissolvida representou 10% deste valor, e concentrações de 4,5, 2,4 e 3,4 mg de N, NH_3 e P, respectivamente, por grama de massa seca dos dejetos.

Uma preocupação constante é a concentração de nutrientes nos dejetos, pois segundo KELLEHER et al. (2002) de 60 a 80% do N total contido no dejetos fresco bovino, está na forma de uréia e proteínas. Dependendo das condições ambientais uma considerável parcela do N orgânico será convertida em amônia (forma gasosa NH_3) ou ionizada (NH_4^+), sendo esta última prontamente solúvel em água. O NH_3 será facilmente perdido para a atmosfera, por volatilização e o NH_4^+ poderá ser transformado em nitrato (NO_3) por ação dos micro-organismos do solo e chegar facilmente aos corpos d'água causando sérios problemas ambientais.

2.3 Processo de Biodigestão Anaeróbia

Com base nas características quantitativas e qualitativas dos dejetos de suínos e bovinos torna-se evidente a necessidade de um tratamento que atue diretamente sobre estes componentes. A biodigestão anaeróbia pode ser utilizada nesse tratamento, pois além de reduzir o poder poluente e os riscos sanitários dos dejetos, tem como subprodutos o biogás e o biofertilizante que podem ser utilizados na própria unidade produtora (ORRICO et al., 2007).

A biodigestão anaeróbia pode ser definida como um processo biológico natural que ocorre na ausência de oxigênio molecular, no qual um consórcio de diferentes tipos de micro-organismos interage estreitamente para promover a transformação de compostos orgânicos complexos em produtos mais simples, resultando, principalmente, nos gases metano e dióxido de carbono (CÔTE et al, 2006).

Nos sistemas de biodigestão anaeróbia, a degradação da matéria orgânica envolve a atuação de micro-organismos procarióticos anaeróbios facultativos e obrigatórios, cujas espécies pertencem ao grupo de bactérias hidrolíticas-fermentativas, acetogênicas produtoras de hidrogênio e arqueas metanogênicas (CÔTE et al, 2006). A bioconversão da matéria orgânica poluente com produção de metano requer o consórcio microbiano, como ilustrado no esquema da Figura 1.

O biogás se caracteriza por ser o produto final da biodigestão anaeróbia, e é composto principalmente de metano e dióxido de carbono com pequenas quantidades de sulfeto de hidrogênio e pode ser utilizado em diversas aplicações na propriedade rural, tais como em chocadeiras, incubadoras, geradores de energia elétrica, além do consumo doméstico (SILVA et al., 2005; ORRICO et al. 2007; SANTOS et al., 2007). O uso do biogás traz ganhos econômicos devido à redução dos gastos com combustíveis, como também traz ganhos ambientais através da troca de um combustível não renovável por um renovável e redução da contribuição da atividade para o aquecimento global.

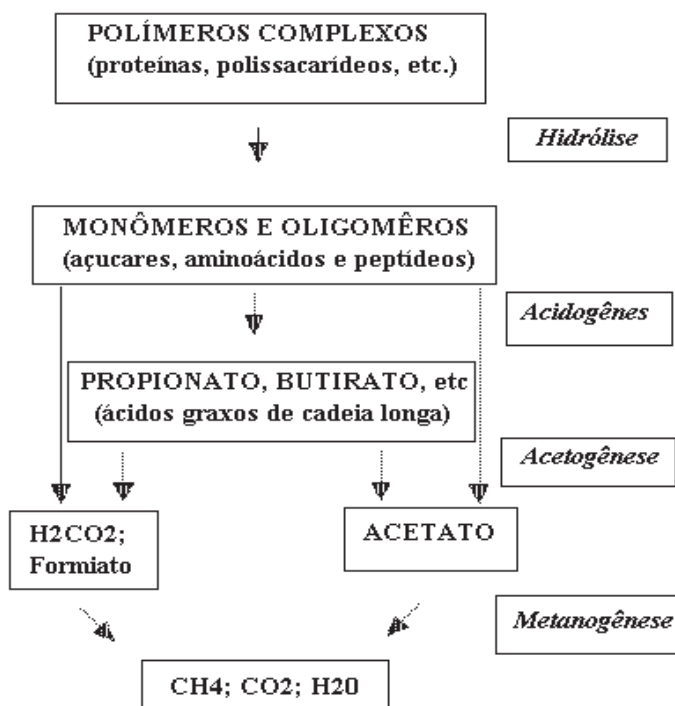


FIGURA 1. Esquema que representa o fluxo de carbono durante a decomposição anaeróbica da matéria orgânica complexa a metano (VAZOLLER *et al.*, 1995).

O processo de digestão anaeróbica pode ser influenciado por uma série de fatores que favorecem ou não a partida do processo, a degradação do substrato, o crescimento e declínio dos micro-organismos envolvidos e produção de biogás. Entre esses fatores pode-se citar a temperatura, tempo de retenção hidráulica, pH, presença de inóculo, de nutrientes, a composição do substrato, o teor de sólidos totais, e como consequência destes, a interação entre os micro-organismos envolvidos no processo (STEIL, 2001).

A temperatura é um fator extremamente importante na digestão anaeróbica, uma vez que influi na velocidade do metabolismo bacteriano, no equilíbrio iônico e na solubilidade dos substratos (FORESTI *et al.*, 1999). Segundo HUSAIN (1998) a biodigestão anaeróbica dos dejetos de animais apresenta melhores resultados na faixa mesofílica de temperatura, ou seja maiores potenciais de metano por kg de SV adicionado.

A temperatura também demonstrou efeitos benéficos na remoção de

patógenos. MATEU et al. (1992), estudaram a eliminação de coliformes termotolerantes de resíduos de suínos por meio da digestão anaeróbia mesofílica em biodigestores contínuos com tempo de retenção hidráulica de 18 dias, obtiveram uma redução de 99,0% no número destes micro-organismos, e associaram este fato à presença de ácidos graxos voláteis que são produzidos durante o processo.

Segundo MOLLER et al. (2004) a produção de metano depende da composição química dos compostos orgânicos (carboidratos, lipídios e proteínas) contidos nas fezes, urina, palhas e camas que podem fazer parte do resíduo total. Segundo os autores há uma grande variação na composição dos resíduos de origem animal devido a inúmeros fatores como: a espécie, categoria animal, dieta, uso de cama e a taxa de degradação dos resíduos. Assim o conhecimento da interferência de cada um destes fatores torna se importante para garantir um adequado tratamento anaeróbio dos resíduos.

Pensando nisso ORRICO JUNIOR. et al. (2011), comparou a composição dos resíduos provenientes das principais espécies de animais destinadas a produção animal com suas respectivas produções de biogás e metano. De maneira geral os dejetos dos ruminantes apresentaram alta concentração de fibra de difícil degradação quando comparado ao dejetos de não ruminantes, o que levou a menores potenciais de produção de biogás e metano.

2.4 Uso dos efluentes na adubação de gramíneas forrageiras

Os altos preços dos fertilizantes minerais comerciais acarretam a necessidade dos produtores encontrarem formas menos onerosas de repor os nutrientes extraídos do solo pelas plantas. Em algumas condições o uso dos efluentes da produção de suínos e bovinos na adubação de gramíneas forrageiras pode possibilitar benefícios sem que ocorra prejuízo aos animais e às plantas (OLIVEIRA, 2006).

Os efluentes têm um efeito direto e indireto na produção das culturas e pastagens. O efeito direto depende da quantidade de nutrientes contidos nele e da quantidade de fertilizantes minerais que podem ser substituídos pelo mesmo. Já o efeito indireto do dejetos é sua ação benéfica nas propriedades

físicas e químicas do solo e intensificação da atividade microbiana e enzimática (SCHERRER et al., 1996).

No entanto na literatura são poucos os trabalhos que estudam as possíveis interferências dos diversos tipos de efluentes orgânicos sobre as características produtivas e qualitativas das plantas forrageiras e mais raros ainda são os que estudam a interferência destes sobre as características morfogênicas e estruturais. No entanto muitas propriedades localizadas no Centro-Oeste do país estão conseguindo grandes resultados na utilização de efluentes (principalmente em granjas de suíno) na adubação de pastagem.

BARNABÉ (2001), avaliando a fertirrigação de capim-marandu com efluentes de suinocultura, observou teores na forragem que variaram de 23,1 a 25,8% de matéria seca; 7,6 a 9,8% de proteína bruta; 69,5 a 72,7% de fibra em detergente neutro e 36,9 a 38,8% de fibra em detergente ácido (33 dias de intervalo de corte). Nesta mesma pesquisa, foi realizada adubação química e três diferentes doses de efluentes de suinocultura (50, 100 e 150 m³.ha⁻¹) e o autor observou que a aplicação de 150 m³.ha⁻¹ em substituição à adubação química foi a que promoveu os melhores resultados. SILVA et al (2006) também obtiveram sucesso quando adubaram pastagem de *Brachiaria decumbens* com efluentes de suinocultura, sendo que a dose 60 m³.ha⁻¹ proporcionou o mesmo desempenho que a adubação mineral convencional.

Mas para se obter bons resultados com a aplicação desses efluentes é preciso padronizar a aplicação mediante a composição dos nutrientes presentes no mesmo. Assim é possível calcular a dose adequada para cada tipo de forrageira e solo. Diante desse conhecimento, evitam-se perdas e aumentam-se a eficiência dos nutrientes na produtividade das gramíneas e, conseqüentemente, na produção animal.

2.5. Importância do estudo das características morfogênicas e estruturais

Segundo HODGSON (1990) a essência do manejo do pastejo consiste em encontrar balanço eficiente entre o crescimento da planta, o seu consumo e a produção animal para manter estável o sistema de produção. Assim, há de se buscar conhecimentos que possibilitem manejar de forma mais eficiente os

pastos tropicais e, conseqüentemente, delinear estratégias para seu melhor aproveitamento.

O conhecimento das características morfogênicas, por estar diretamente relacionado com as variações das características estruturais e as respostas funcionais de plantas forrageiras ao pastejo, é de grande importância para planejar estratégias de manejo da forragem produzida de forma a assegurar longevidade, produtividade e sustentabilidade do ecossistema pastagem (SILVA & NASCIMENTO JUNIOR., 2007).

Segundo CHAPMAN & LEMAIRE (1993) a morfogênese pode ser expressa em termos de taxa de aparecimento (organogênese), expansão de novos órgãos e senescência. O conhecimento da taxa de aparecimento de folha (TA_{pF}) torna-se fundamental, uma vez que determina as características estruturais do pasto, que apesar de serem determinadas geneticamente, podem ser influenciadas pelos fatores do meio ambiente, como luminosidade, temperatura e disponibilidade de água e nutrientes.

A TA_{pF} é o número de folhas que aparece em cada perfilho por unidade de tempo. Seu inverso, o filocrono, determina o intervalo de tempo necessário para o aparecimento de duas folhas consecutivas. Já, a taxa de alongamento foliar é o efeito cumulativo da divisão e alongamento celular (SCHNYDER et al., 2000). E ainda a duração de vida da folha é o intervalo de tempo no qual uma dada folha permanece verde, ou seja, do seu aparecimento até a senescência.

A combinação dessas características morfogênicas determina as três principais características estruturais do dossel forrageiro: o tamanho da folha, que é o produto da taxa de expansão foliar e a duração do período de alongamento para uma dada folha; a densidade populacional de perfilhos, que é diretamente influenciada pela taxa de alongamento das folhas, por meio da determinação do número potencial de gemas e do “site filling” que, junto, determinam a taxa de aparecimento de perfilhos (SKINNER & NELSON, 1992). O equilíbrio entre a taxa de aparecimento de perfilhos e a taxa de mortalidade de perfilhos determina a população de perfilhos no relvado; e o número de folhas vivas por perfilhos, que é diretamente influenciada pela taxa de aparecimento e pela duração de vida das folhas (LEMAIRE & AGNUSDEI, 2000).

Além da massa de forragem, a estrutura do pasto assume um papel importante na utilização da forrageira pelos animais (DIFANTE et al., 2009). A estrutura do dossel é definida como sendo a distribuição espacial e o arranjo dos componentes morfológicos da parte aérea das plantas (LACA & LEMAIRE 2000). Segundo EUCLIDES et al. (2000) o consumo máximo de forragem ocorre quando os animais estão em pastagens com alta densidade de folhas acessíveis ao animal, e que colmo e/ou material morto podem limitar o consumo, mesmo quando a massa de forragem é alta.

2.6 Influência da adubação e dos períodos de corte sobre as gramíneas forrageiras tropicais

Segundo LEITE & EUCLIDES (1994), o valor nutritivo de uma espécie forrageira é influenciado pela fertilidade do solo, condições climáticas, idade fisiológica e manejo a que está submetida. O valor nutritivo também é avaliado pela digestibilidade e pelos seus teores de proteína bruta (PB) e de parede celular, características estreitamente relacionadas com o consumo de matéria seca (MS). O baixo valor nutritivo das forrageiras está associado ao reduzido teor de PB e de minerais e ao alto conteúdo de fibra e à baixa digestibilidade da MS (VAN SOEST, 1994).

Os potenciais produtivo e qualitativo de uma planta forrageira são determinados geneticamente. Entretanto, para que estes potenciais sejam alcançados, as condições do meio e o manejo devem ser atingidas. Entre estas condições, a baixa disponibilidade de nutrientes e a estacionalidade são, seguramente, os fatores que mais interferem na produtividade e na qualidade da forrageira de clima tropical.

O fornecimento de nutrientes em quantidades e proporções adequadas, particularmente o nitrogênio, assume importância fundamental no processo produtivo de pastagens, pois o nitrogênio do solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica, não é suficiente para atender à demanda de gramíneas de alto potencial produtivo. Por isso o nitrogênio acaba sendo considerado o principal responsável pela produção de biomassa forrageira e desta forma o nutriente com maior demanda por parte da planta. FAGUNDES et al (2005) observaram resposta linear positiva na produção *Brachiaria decumbens* à

medida que aumentaram as doses de nitrogênio aplicadas no solo. Segundo os autores, este resultado indica que o suprimento de N do solo normalmente não atende à demanda das gramíneas e que este mineral tem grande influência sobre os processos fisiológicos da planta.

Por ser componente fundamental da síntese protéica, a quantidade de nitrogênio no solo determina os teores de PB e fibra das plantas, ou seja, o nitrogênio atua diretamente sobre a qualidade nutricional das plantas. De modo geral, os teores de PB, tanto na folha quanto no colmo da plantas, aumentaram de acordo com as doses de nitrogênio e os teores de fibra diminuíram proporcionalmente. BENETT et al. (2008) constataram que independente da fonte nitrogenada, a aplicação de doses crescentes de até 200 kg de N.ha⁻¹ em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu proporcionou incremento nos teores de PB e nos nutrientes digestíveis totais, com significativa redução dos teores de fibra em detergente neutro e ácido.

Além da fertilidade do solo, as estações do ano também interferem na quantidade e na qualidade da forragem produzida, principalmente por haver mudanças na temperatura, fotoperíodo e umidade ao longo do ano. O verão na região Centro-Sul do país é caracterizado pelas altas temperaturas, elevada umidade e maior fotoperíodo, que favorecem a fotossíntese e crescimento dos tecidos vegetais (principalmente folhas), aumentando assim a produção e a qualidade das forrageiras tropicais. Em contrapartida o inverno é caracterizado pelas baixas temperaturas, reduzida umidade e menor fotoperíodo o que limita o crescimento das forrageiras tropicais (COSTA et al, 2005). Segundo REIS & ROSA, (2001) a estacionalidade leva a grandes variações da disponibilidade e qualidade da forragem não permitindo que as plantas forrageiras tenham crescimento uniforme durante o ano e consequentemente permitam continuidade a produção animal.

EUCLIDES (1995) relata, de acordo com comparações feitas sob as mesmas condições climáticas, que a variabilidade do valor nutritivo é pequena entre as espécies e cultivares, sendo as maiores mudanças ocorridas na composição química da forragem, principalmente aquelas que acompanham a maturação da planta. Assim, à medida que a planta amadurece, os teores de PB, minerais e outros componentes do conteúdo celular diminuem, enquanto que os da parede celular aumentam.

3. OBJETIVOS

O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar as possíveis alterações existentes na composição e no processo de biodigestão dos dejetos gerados por suínos e bovinos de corte na fase de terminação e alimentados com diferentes dietas, submetidos a distintos tempos de retenção hidráulica, e ainda, verificar a influência dos tipos e doses dos biofertilizantes sobre as características produtivas, morfogênicas, estruturais e qualitativas de *Brachiaria brizantha* cv Piatã. Desta forma, constituem-se em objetivos específicos:

- o Caracterizar quantitativa e qualitativamente os dejetos gerados por suínos e bovinos em suas fases de terminação. Para cada uma das espécies foram adotadas duas dietas diferentes, no caso dos suínos uma dieta a base de milho e outra a base de sorgo, com o recurso energético e no caso dos bovinos dietas variando-se as proporções entre volumoso (V) e concentrado (C) (40%V e 60%C, e 60%V e 40%C);
- o Avaliar o processo de biodigestão anaeróbia utilizando-se como substrato os dejetos dos suínos e bovinos nas condições de alimentação discutidas no item anterior e adotando-se quatro diferentes tempos de retenção hidráulica (30, 60, 90 e 120 dias).
- o Avaliar o efeito dos dois tipos de biofertilizante (suíno e de bovinos) em doses crescentes de aplicação (equivalente a 0, 100, 200 e 300 kg de N.ha⁻¹) sobre as características produtivas, morfogênicas, estruturais e qualitativas da *Brachiaria brizantha* cv Piatã.
- o Avaliar o efeito estacional ao longo dos cortes sobre as características produtiva, morfogênicas, estruturais e qualitativas da *Brachiaria brizantha* cv Piatã.

4. REFERÊNCIAS

- ATKINSON D.; WATSON, C.A. The environmental impact of intensive systems of animal production in the lowlands. **Journal of Animal Science**, Champaign. v. 63, n. 3, p. 353-61, 1996.
- BARNABÉ, M.C. **Produção e composição bromatológica da Brachiaria brizantha cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2001. 67p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, 2001.
- BENETT, C.G.S.; SALATIÉR BUZETTI, S.; SILVA, K.S.; BERGAMASCHINE, A.F.; FABRICIO, L.A. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v. 32, n. 5, p. 1629-1636, 2008.
- CHAPMAN, D.F., LEMAIRE, G. **Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation**. In: BAKER, M. J. (Ed.). *Grasslands for Our World*. SIR Publishing, Wellington, p.55-64, 1993.
- COSTA, K.A.P.; ROSA, B. OLIVEIRA, I.P. CUSTÓDIO, D.P.; SILVA, D.C.. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da Brachiaria brizantha cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 187-193, jul./set. 2005
- CÔTE, C.; MASSE, D.I.; QUESSY, S. Reduction of indicator and pathogenic microorganisms by psychrophilic anaerobic digestion in swine slurries. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 97, n.1, p. 686-691, 2006.
- DIFANTE, G.S; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; SILVA, S.C.; BARBOSA, R.A.; GONÇALVES, W.V. Sward structure and nutritive value of tanzânia guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.1, p.9-19, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA, 2002. Disponível em: <embrapa.cnpgc.embrapa.br> Acessado em 10/06/2002.
- ENSMINGER M. E., OLDFIELD, J.E. , W.W. HEINEMANN. **Feeds & Nutrition**. 2 ed. Clovis, California, The Ensminger Publishing Company, 1990. 1544 p.
- EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.245-273.

- EUCLIDES, V.P.B.; CARDOSO, E.G.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v.29, p.2200-2208, 2000.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; VITOR, C.M.T.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C.; REIS, G.C.; MARTUSCELLO, J.A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.4, p.397-403, abr. 2005
- FORESTI, E.; FLORÊNCIO, L.; VAN HAANDEL, A.; ZAIAT, M.; CAVALCANTI, P. F. F. Fundamentos do tratamento anaeróbio. In: CAMPOS, J. R. (Coord.). Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro: ABES, 1999. Cap. 2, p. 29-52.
- GÜNGÖR-DEMIRCI, G., DEMIRER, G., N. Effect of initial COD concentration, nutrient addition, temperature and microbial acclimation on anaerobic treatability of broiler and cattle manure. **Bioresource Technology**, Oxford. v. 93, p. 109-117, 2004.
- HODGSON, J. Grazing management: science into practice. New York: John Wiley & Sons, 1990. 203p.
- HUSAIN, A. Mathematical models of the kinetics of anaerobic digestion – A select review. *Biomass and Bioenergy*. v. 14, n. 5 e 6, p 561-571. 1998.
- KELLEHER, B P., LEAHY, J. J., HENIHAN, A. M, O'DWYER, T. F., SUTTON, D., LEAHY, M. J. Advances in poultry litter disposal technology – a review. **Bioresource Technology**, Oxford. v. 83, p. 27-36, 2002.
- KONZEN, E. A. A Suinocultura Intensiva e a Qualidade da Água. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL DE CENTROS URBANOS – ECOURBS, 4, 2002., Florianópolis. **Anais...**Florianópolis: Instituto Ambiental/ BIOSFERA , 2002. pg. 125-128.
- LACA, E.A.; LEMAIRE, G. **Measuring sward structure**. In: T'MANNETJE, L.; JONES, R. M. (Ed.). Field and laboratory methods for grassland and animal production research. New York: CABI, 2000. p.103-122.
- LEITE, G. G.; EUCLIDES, V. P. Utilização de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 11., 1994,Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.267-297.

LEMAIRE, G., AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRES, G., HODGSON, J., MORAES, A., et al. (Eds.). Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. CAB International. p.265-288, 2000.

LUDKE, J V.; LUDKE, M. C. M. M. **Produção de suínos com ênfase na preservação do ambiente. 1 - Aspectos relacionados com a eficiência nutricional.** Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acessado em 19 fev. 2005.

MATEU, A.; MATA-ALVAREZ, J.; PARÉS, R. Enterobacterial and viral decay experimental models for anaerobic digestion of piggery waste. Applied Microbiology Biotechnology, v. 38, p. 291-96, 1992.

MEDEIROS, L.T., REZENDE, A.V.R., VIEIRA, P. F.,NETO, F.R.C., ALEXANDRE ROCHA VALERIANO, A.R., CASALI, A.O., GASTALDELLO JUNIOR, A.L. Produção e qualidade da forragem de capim-marandu fertiirrigada com dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v.36, n.2, p.309-318, 2007

MOLLER, H.B., SOMMER, S.G., AHRING, B.K. Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. **Biomass Bioenergy**, Aberdeen, v. 26, n. 3, p. 485-495. 2004.

OLIVEIRA, W. Uso da água residuária de suinocultura em pastagem de brachiaria decumbens e grama estrela Cynodon plesctostachyum. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2006. 104p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade de São Paulo, 2006.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A.C.A.; LUCAS JUNIOR, J. Produção animal e o meio ambiente: uma comparação entre potencial de emissão de metano dos dejetos e a quantidade de alimento produzido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.2, 2011.

ORRICO, A. C. A., LUCAS JÚNIOR, J., ORRICO JÚNIOR, M. A. P. Caracterização e biodigestão anaeróbia dos dejetos de caprinos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.639-647, set./dez.2007.

PERDOMO, C.C. **Dimensionamento de sistemas de tratamento (decantador e lagoas) e utilização de dejetos suínos.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves (Comunicado Técnico nº 234), 1999, 5p.

PERSSON, J.G. **Gestão ambiental no sistema agroalimentar de suínos da**

microrregião de São Valentim-RS. Porto Alegre, 2002, 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, 2002.

REIS, R. A.; ROSA, B. Suplementação volumosa: conservação do excedente das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001 Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 193-232.

SÁNCHEZ, E; BORJA, R.; WEILAND, P.; TRAVIESO, L.; MARTÍN, A. Effect of substrate concentration and temperature on the anaerobic digestion of piggery waste in a tropical climate. **Process Biochemistry**, v. 37, p. 483-489, 2001.

SANTOS, T. M. B.; LUCAS JUNIOR, J.; SILVA, F. M. Avaliação do desempenho de um aquecedor para aves adaptado para utilizar biogás como combustível. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal v. 27, n.3, p. 658-, 2007.

SCHEFFER-BASSO, S.M., SCHERER, C.V., ELLWANGER, M.F. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: pastagem natural. R. Bras. Zootec., v.37, n.2, p.221-227, 2008

SCHERRER, 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.** EPAGRI, Santa Catarina, 1996. 46p.

SCHINYDER, H.; SCHÄUFELE, R.; VISSER, R. **Na integrated view of C and N uses in leaf growth zones of defoliated grasses.** In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; et al. (Eds.). Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. CAB International. p. 41-60, 2000.

SILVA, A. A.; COSTA, A. M.; XAVIER, C. A. N.; MORALES, M.M.; LANA, R.M.Q. Efeito da aplicação de dejetos líquidos de suínos e fertilizantes minerais na absorção de nutrientes em pastagem de *Brachiaria decumbens*. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, X., 2006, São José dos Campos. **Anais...** São Paulo: Universidade do Vale do Paraíba, [2006], (CD-ROM).

SILVA, F. M.; LUCAS JUNIOR, J.; BENINCASA, M.; OLIVEIRA, E. Desempenho de um aquecedor de água a biogás. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p. 608-614, 2005.

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

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Estimation of potential tiller production and site usage during tall fescue canopy development. **Annals of Botany**, v.70, p.493-499,1992.

STEIL L. **Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos**. 109f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia), - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2001.

VAN HORN, H.H.; WILKIE, A. C.; POWERS, W.J.; NORDSTEDT, R.A. Components of dairy manure management systems. **Journal Dairy Science**, Savoy, v. 77, n.7, p. 2008 -2030, 1994.

Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VAZOLLER, R.F. (1995). Microbiologia e Saneamento Ambiental - Diversidade Microbiana e Desenvolvimento Sustentável. In: **PADCT-FTPT** "André Tosello": "Biodiversidade: perspectivas e oportunidades tecnológicas" (www.bdt.org.br/bdt/paper/padctbio/).

CAPÍTULO 2 - INFLUÊNCIA DA RELAÇÃO VOLUMOSO CONCENTRADO E DO TEMPO DE RETENÇÃO HIDRÁULICA NA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE BOVINOS

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar as possíveis alterações existentes na composição e no processo de biodigestão anaeróbia dos dejetos de bovinos em fase de terminação alimentados com diferentes proporções de volumoso: concentrado e com diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH). Foram utilizados 24 biodigestores batelada de bancada com 12 litros de capacidade, dos quais 12 foram abastecidos com dejetos de bovinos alimentados com a dieta 1 (60% volumoso:40% concentrado) e outros 12 abastecidos com dejetos de bovinos alimentados com dieta 2 (40% volumoso:60% concentrado) e submetidos a 30, 60, 90 e 120 dias de TRH. A eficiência do processo de biodigestão anaeróbia foi avaliada pelas reduções de sólidos totais, sólidos voláteis, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose e número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes, além dos potenciais de produção de biogás e metano. Os resultados mostraram que o aumento da proporção de volumoso na dieta levou a menor eficiência do processo, principalmente nos potenciais de produção de biogás e metano que foram em média 13% menor. Com relação ao NMP de coliformes totais e termotolerantes, foram observadas reduções significativas conforme aumentou o TRH.

Palavras-Chave: Biodigestor, biogás, dietas, metano.

INTRODUÇÃO

Durante muitos anos a bovinocultura brasileira foi considerada uma atividade que trazia poucos prejuízos ambientais, principalmente pelo sistema de criação adotado, onde grandes áreas eram utilizadas para produção de um número reduzido de animais. Com isso havia uma deposição uniforme dos resíduos e em quantidades que o próprio meio tinha capacidade de absorver sem causar grandes problemas ao meio ambiente. Mas como a disponibilidade de área não acompanhou o crescimento da atividade muitos produtores foram obrigados a mudar o sistema de criação, não só como forma de melhorar a produtividade, mas também, aumentar a velocidade de retorno econômico da atividade. Desta forma a terminação de animais em confinamento começou a ganhar força nos últimos anos, fazendo com que o Brasil chegasse ao posto de segundo maior confinador do mundo com cerca de 2,7 milhões de animais em confinamento, ficando atrás apenas dos USA (ASSOCON, 2008).

Desta forma a criação intensiva de bovinos destinados ao abate tem contribuído, nos últimos anos, para o surgimento de sérios problemas ambientais devido à elevada deposição de resíduos e falta de pavimentação dos confinamentos, o que dificulta a coleta e acentua os problemas de escoamento superficial e lixiviação (RIBEIRO et al., 2007). Todos estes fatores aliados à falta de espaço físico para a disposição dos resíduos levam ao aumento das emissões de gases de efeito estufa, eutrofização de fontes de água e poluição do solo, principalmente pelo acúmulo de nitrogênio e fósforo (GÜNGÖR – DEMIRCI & DEMIRER, 2004; ANGONESE et al., 2006; DEMIRER & CHEN, 2005).

Para solução destes problemas é necessária a utilização de sistemas eficientes de tratamento destes resíduos, sem que estes onerem demasiadamente o sistema de produção, o que tornaria a atividade inviável. Dentre estes sistemas, a biodigestão anaeróbia merece um destaque especial, pois além de promover o tratamento e reciclagem dos dejetos, promove agregação de valor às atividades com a produção do biogás e do biofertilizante, que podem ser revertidos ao sistema na economia de energia e fertilizantes (SILVA et al., 2005; ORRICO et al. 2007; SANTOS et al., 2007).

Segundo CÔTÉ et al. (2006) a biodigestão anaeróbia pode ser definida como uma complexa interação de micro-organismos que degradam os diversos componentes orgânicos presentes no resíduo até a forma final de metano e dióxido de carbono, principalmente. Diferentes espécies de micro-organismos atuam neste processo sendo, os não metanogênicos os responsáveis por hidrolisar polímeros orgânicos e fermentá-los para acetato, hidrogênio e dióxido de carbono e os metanogênicos de converter esses subprodutos em metano. Os nutrientes contidos nos dejetos garantem a sobrevivência e reprodução dos micro-organismos presentes durante a biodigestão anaeróbia, permitindo que ocorra a degradação da fração orgânica não estável e, portanto poluente, até a forma estável, o biofertilizante, além de produzir o biogás (ALVAREZ & LIDÉN, 2008).

Como todo processo biológico a biodigestão anaeróbia depende de diversos fatores, os quais irão atuar sobre a degradação do material e consequente produção de biogás. Entre estes fatores podem ser citados a temperatura, pH, TRH, uso de inóculo, teores de sólidos totais e a composição do material (MASSÉ et al. 2008 e SOUZA et al. 2005). Dentre todos estes fatores a composição do material influencia diretamente o potencial de degradação do material, por isso a extensão da produção de biogás a partir dos dejetos é dependente da alimentação dos animais.

Os bovinos em geral se alimentam com grandes quantidades de alimento volumoso que será responsável pela geração de dejetos com maiores quantidades de componentes fibrosos (componentes da parede celular), o que irá acarretar em maior lentidão na produção de biogás e, provavelmente, a eficiência do processo de biodigestão será menor. MOLLER et al (2004) efetuaram a biodigestão anaeróbia dos dejetos de bovinos e observaram aumentos lineares na produção de biogás e dos potenciais de produção de biogás conforme se reduzia a quantidade de volumoso na dieta. Os autores encontraram um aumento de 50 L biogás.kg⁻¹ de sólidos voláteis, quando a proporção de volumoso da dieta caiu de 100 para 77 %.

Diante da importância econômica e ambiental da reciclagem dos dejetos bovinos confinados, o objetivo deste trabalho foi avaliar a interferência da relação volumoso:concentrado sobre o processo de biodigestão anaeróbia dos

dejetos de bovinos de corte em terminação, submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Departamento de Engenharia Rural, com os dejetos coletados no setor de Bovinocultura de Corte, pertencentes à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Jaboticabal.

Foram coletados dejetos de bovinos de corte, mantidos em confinamento (Figura 1 - Apêndice) e alimentados com duas dietas que variavam a relação volumoso:concentrado, 60% de volumoso e 40% de concentrado (Dieta 1) e 40% de volumoso e 60% de concentrado (Dieta 2). As dietas (Tabela 1) foram formuladas para atender as exigências de bovinos Canchim, com peso médio de 350 kg e idade em torno de 14 meses, provendo-se ganhos de peso de $1,2 \text{ kg.dia}^{-1}$ (NRC, 1996).

TABELA 1. Composição (g/kg de matéria seca) das dietas experimentais.

Ingredientes	Tratamentos	
	40V:60C	60V:40C
Feno de Tifton	600	400
Grãos de girassol	91	100
Farelo de soja	79	70
Levedura	40	138
Milho grão	175	280
Uréia	10	4
Núcleo mineral	3	5
Bicarbonato	2	3

Inicialmente os animais foram adaptados às dietas por 10 dias para então promover-se a coleta dos dejetos por 7 dias consecutivos. A coleta foi efetuada por raspagem dos dejetos contidos no piso das baias, que foi realizada uma vez ao dia. Para cada dieta foram utilizados 4 bovinos, alojados em baias individuais, sendo a alimentação oferecida em duas refeições diárias, compostas pelas proporções de concentrado e volumoso descritas. A

composição dos dejetos provenientes de cada dieta está apresentada na Tabela 2.

TABELA 2. Caracterização dos dejetos produzidos por bovinos alimentados com dietas contendo 60% de volumoso (V) e 40% de concentrado (C) ou 40% de volumoso (V) e 60% de concentrado (C).

Componentes	60V:40C	40V:60C
ST (%)	18,25	18,60
SV (%)	15,78	16,32
N (% do ST)	2,04	2,08
FDN (% do ST)	56,32	53,66
FDA (% do ST)	34,44	31,64
Celulose (% do ST)	23,06	21,98
Lignina (% do ST)	8,34	6,64

Os dejetos coletados foram utilizados para o abastecimento de biodigestores batelada de bancada com capacidade de 12 litros. Foram utilizados 24 biodigestores batelada de bancada (2 dietas x 4 TRH x 3 repetições (biodigestores)). A quantidade de inóculo foi fixa e representou 15% da massa seca utilizada no abastecimento dos biodigestores, sendo que, o inóculo foi obtido a partir do efluente de biodigestores contínuos estabilizados (produção de biogás e teor de metano constante) e alimentados com dejetos de bovinos de mesma idade que os utilizados no trabalho. Este procedimento permitiu que os micro-organismos presentes no inóculo se adaptassem mais facilmente ao substrato, acelerando assim as produções de biogás.

Os biodigestores utilizados (Figura 3 - Apêndice) são constituídos, basicamente, por três cilindros retos de PVC com diâmetros de 20, 25 e 30 cm, acoplados sobre uma placa de PVC com 2,5 cm de espessura e podem ser caracterizados como biodigestores de bancada, com capacidade média de 12 litros de substrato em fermentação, cada. Os cilindros de 20 e 30 cm encontram-se inseridos um no interior do outro, de tal forma que o espaço existente entre a parede externa do cilindro interior e a parede interna do cilindro exterior comporta um volume de água ("selo de água"), atingindo profundidade de 50 cm. O cilindro de diâmetro intermediário tem uma das extremidades vedadas, conservando-se apenas uma abertura para descarga

do biogás, e está emborcado no selo de água, para propiciar condições anaeróbias e armazenar o gás produzido.

Os volumes de biogás produzidos diariamente, foram determinados medindo-se o deslocamento vertical dos gasômetros e multiplicando-se pela área da seção transversal interna dos gasômetros, ou seja, 0,0507 m². Após cada leitura os gasômetros foram zerados utilizando-se o registro de descarga do biogás. A correção do volume de biogás para as condições de 1 atm e 20°C foi efetuada com base no trabalho de CAETANO (1985). O potencial de produção de biogás foi calculado utilizando-se os dados de produção diária e as quantidades de dejetos “in natura”, de substrato, de sólidos totais e de sólidos voláteis adicionados nos biodigestores durante o processo de biodigestão anaeróbia.

As análises da composição do biogás produzido nos biodigestores foram realizadas semanalmente para determinação dos teores de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂), principalmente, em cromatógrafo de fase gasosa Finigan GC-2001, equipado com as colunas Porapak Q e Peneira Molecular, e detector de condutividade térmica.

Os teores de sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes avaliados nos afluentes e efluentes dos biodigestores batelada de bancada foram determinados segundo metodologia descrita por APHA et al. (2005).

As amostras do afluentes e efluentes coletadas durante o desenvolvimento da biodigestão anaeróbia foram pré-secas à 60° C, em estufa de circulação forçada de ar, por 48 horas. A seguir foram finamente moídas (peneira de 1 mm de malha), em moinho de facas e então utilizadas para a determinação de fibras em detergente neutro e ácido, celulose e lignina segundo metodologias propostas por SILVA & QUEIROZ (2006).

Na avaliação dos resultados referentes ao ensaio de biodigestão anaeróbia com dejetos provenientes de bovinos, alimentados por duas dietas adotou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, constando de 8 tratamentos (2 dietas x 4 TRH e 3 repetições), com comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Os resultados das variáveis obtidas foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento GLM (SAS, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas (Tabela 3) diferenças ($P < 0,01$) nos parâmetros avaliados conforme houve aumento do tempo de retenção hidráulica. Desta forma as maiores reduções foram observadas nos reatores operados com 120 dias de retenção hidráulica, independente da dieta utilizada. Avaliando o efeito do TRH sobre a biodigestão anaeróbia dos dejetos de bovinos leiteiros, AMARAL et al (2004) encontraram para biodigestores operados com 30 dias de retenção hidráulica, reduções de SV que variaram de 29 a 33 %. Estes resultados estão muito próximos aos encontrados neste trabalho, onde as reduções de SV foram de 28,35 e 32,40% para as dietas de 60 e 40 % de volumoso, respectivamente.

Na Tabela 3 pode ser observado o efeito da dieta sobre a eficiência do processo, onde o aumento da proporção concentrado na dieta dos animais favoreceu a degradação dos substratos. As reduções de ST, SV, FDN, FDA e celulose dos dejetos de bovinos que consumiram a dieta 60% de concentrado foram superiores ($P < 0,01$) às obtidas a partir dos dejetos de bovinos alimentados com 40% de concentrado.

O benefício ocasionado pela adição de alimento concentrado à dieta dos animais sobre a degradação dos substratos pode estar relacionado com os menores teores de constituintes fibrosos (FDN, FDA conforme dados apresentados na Tabela 2), que em menores quantidades podem ter favorecido as maiores reduções de ST e SV. Resultado semelhante foi encontrado por AMORIM (2004) ao estudar a interferência da relação volumoso e concentrado, no processo de biodigestão anaeróbia dos dejetos de cabras Saanen. A autora encontrou uma alta correlação entre o aumento da quantidade de concentrado na dieta e a eficiência de degradação do material. As médias de redução de SV foram: 45 % para a dieta contendo 40% volumoso e 60% concentrado, 35 % para a dieta contendo 60% volumoso e 40% concentrado e 27 % para a dieta contendo 80% volumoso e 20% concentrado.

TABELA 3. Redução (%) de sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e celulose em substratos preparados a partir dos dejetos de bovinos de corte alimentados com dietas com diferente relação volumoso:concentrado, em diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH).

Afluente	TRH 30	TRH 60	TRH 90	TRH 120	CV%
Redução ST (%)					
60V:40C	18,95Bd	31,98Bc	39,29Bb	45,77Ba	3,55
40V:60C	34,44Ad	42,28Ac	52,66Ab	61,25Aa	
Redução SV (%)					
60V:40C	28,35Bd	38,28Bc	52,63Bb	61,47Ba	5,72
40V:60C	32,40Ad	40,94Ac	55,77Ab	63,42Aa	
Redução FDN (%)					
60V:40C	32,92Ac	55,78Ab	61,25Ab	75,60Aa	8,66
40V:60C	36,80Ad	49,95Ac	61,17Ab	89,40Aa	
Redução FDA (%)					
60V:40C	19,72Bc	35,79Bb	43,00Bab	47,73Ba	9,56
40V:60C	30,56Ac	41,38Ab	50,26Aab	57,77Aa	
Redução Celulose (%)					
60V:40C	25,45Bd	40,03Bc	49,65Bb	59,77Ba	9,97
40V:60C	47,30Ad	52,77Ac	71,49Ab	84,60Aa	

Na coluna, letras maiúsculas comparam dietas e na linha, letras minúsculas comparam tempos de retenção. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,01$). CV = coeficiente de variação.

A maior degradação dos dejetos provenientes da dieta com maior proporção de concentrado refletiu diretamente sobre a produção e os potenciais de produção de biogás e metano, de modo que com o aumento da qualidade dos dejetos (maior proporção de concentrado na dieta) maiores foram as produções (Tabelas 4 e 5).

TABELA 4. Produções totais (m³) de biogás e metano aos 30, 60, 90 e 120 dias de retenção, em substratos preparados a partir dos dejetos de bovinos de corte alimentados com dietas com diferente relação volumoso:concentrado, em diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH).

TRH	L de biogás		L de CH ₄	
	60V:40C	40V:60C	60V:40C	40V:60C
30	110Cb	140Ca	80Db	90Da
60	190Bb	220BAa	140Cb	150Ca
90	210Ab	240Aa	160Bb	170Ba
120	220Ab	250Aa	170Ab	210Aa
CV%	2,66		4,21	

Na linha, letras maiúsculas comparam dietas e na coluna letras minúsculas comparam tempos de retenção. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,01$).

CV% = coeficiente de variação

Não foram observadas diferenças ($P > 0,01$) entre o TRH de 90 e 120 dias para a produção e os potenciais de produção de biogás, entretanto houve diferença ($P < 0,01$) em relação à produção e os potenciais de produção de metano. Isto se deve ao aumento no teor de metano no biogás à medida que aumentou o TRH. ALVAREZ et al. (2006) estudaram o efeito da temperatura, pressão atmosférica e TRH sobre a biodigestão anaeróbia dos dejetos de bovinos e observaram que o teor de metano aumentou de 46 para 61% quando o TRH foi alterado de 20 para 50 dias.

TABELA 5. Potenciais médios de produção de biogás em substratos preparados a partir dos dejetos de bovinos de corte alimentados com dietas com diferente relação volumoso:concentrado, em diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH).

	TRH 30	TRH 60	TRH 90	TRH 120	CV%
Dietas	L biogas.kg ⁻¹ ST adicionado				
60V:40C	160Bc	300Bb	340Bab	370Ba	
40V:60C	200Ac	320Ab	370Aab	420Aa	7,80
	L CH ₄ .kg ⁻¹ ST adicionado				
60V:40C	110Bd	220Bc	260Bb	300Ba	
40V:60C	130Ad	230Ac	270Ab	350Aa	8,37
	L biogas.kg ⁻¹ SV adicionado				
60V:40C	180Bc	350Bb	400Bab	430Ba	
40V:60C	230Ac	380Ab	440Aab	500Aa	12,28
	L CH ₄ .kg ⁻¹ SV adicionado				
60V:40C	130Bc	200Bb	300Bab	350Ba	
40V:60C	150Ac	260Ab	320Aab	410Aa	11,92

Na coluna, letras maiúsculas comparam dietas e na linha, letras minúsculas comparam tempos de retenção. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,01$). CV = coeficiente de variação.

Com relação às dietas testadas, foi observado um aumento de 23% no volume de metano produzido na dieta com 60% concentrado com relação à dieta de 40% de concentrado, tendo como base para o cálculo as produções de metano no maior TRH testado (120 dias). Quando se faz a mesma comparação com base nos potenciais de produção de metano por kg de SV adicionado, o aumento encontrado foi de 17%. Os potenciais de produção de metano encontrado neste trabalho são superiores aos encontrados por ALVAREZ et al. (2006), que observaram um potencial de produção de metano de 131 L.kg⁻¹ SV adicionado quando submeteu dejetos de bovino a um TRH de 50 dias. O motivo desta diferença pode estar na dieta oferecida aos animais, na qual era baseada apenas em alimento volumoso. MOLLER et al. (2004) estudaram potenciais de produção de metano dos dejetos de bovinos submetidos a diferentes dietas e encontraram potencial de 100 L.kg⁻¹ SV adicionado para uma dieta 100% de volumoso ou seja muito próximo ao encontrado por ALVAREZ et al. (2006).

Ainda com relação ao estudo de MOLLER et al. (2004) também foi

observado aumento nos potenciais de produção de metano conforme aumentou a proporção de concentrado na dieta dos bovinos. Os autores encontraram potenciais de produção de metano de 150 e 207 L.kg⁻¹ de SV adicionado, para as dietas de 23 e 48 % de concentrado, respectivamente.

Na Tabela 6 são apresentados os valores de NMP de coliformes totais e termotolerantes encontrados nos afluentes e nos efluentes de cada TRH testado. Foram observadas diferenças ($P < 0,01$) entre os diferentes TRH, de forma que quanto maior foi o tempo de permanência do material no interior dos biodigestores maiores foram as reduções de coliformes totais e termotolerantes. Entretanto não foram encontradas diferenças ($P > 0,01$) entre as dietas no que diz respeito à população de coliformes totais e termotolerantes nos substratos durante a biodigestão anaeróbia. As reduções de coliformes totais e fecais foram elevadas, acima de 99,98%, demonstrando a eficiência do processo de biodigestão anaeróbia na remoção de micro-organismos indicadores de poluição fecal.

TABELA 6. Números mais prováveis (NMP/100mL) de coliformes totais e termotolerantes em substratos preparados a partir dos dejetos de bovinos de corte alimentados com dietas com diferente relação volumoso:concentrado, em diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH).

	Afluente	TRH 30	TRH 60	TRH 90	TRH 120
Dietas	Coliformes Totais				
60V:40C	4,6x10 ⁷	9,3x10 ⁴ Aa	9,3x10 ² Ab	91 Ac	0Ac
40V:60C	1,1x10 ⁹	2,1x10 ⁵ Aa	9,7x10 ² Ab	230Ac	23Ac
	Coliformes Termotolerantes				
60V:40C	3,8x10 ⁷	8,7x10 ⁴ Aa	9,3x10 ² Ab	91 Ac	0Ac
40V:60C	9,x10 ⁹	2,1x10 ⁵ Aa	9,7x10 ² Ab	230 Ac	23Ac

Na coluna, letras maiúsculas comparam dietas e na linha, letras minúsculas comparam tempos de retenção. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,01$).

No trabalho de SCHOKEN-ITURRINO et al. (1995) os patógenos *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Corynebacterium* e *Escherichia coli* não foram detectados no efluente (dejeito de bovino) de biodigestores contínuos operados em temperatura ambiente com TRH de 35 dias. Entretanto um TRH de 20 dias não foi suficiente para destruir bactérias como *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

Em um estudo realizado por MENTZ et al. (2004) a biodigestão anaeróbia foi eficiente para eliminar o parasita *Fasciola hepatica* presente no dejetos de bovino. Segundo os autores para que possa ser utilizado como fertilizante sem acarretar problemas à saúde animal e humana, o período de retenção do material não deve ser inferior a 42 dias.

Os números de coliformes nos efluentes a partir do TRH de 60 dias não ultrapassaram os limites recomendados para os rios de classe 2, destinados à aquicultura ou à recreação de contato primário, (CONAMA, 2005), que foram preconizados em no máximo 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL de efluente. Estes efluentes, segundo disposição do CONAMA (2005), poderão ser empregados na irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto. Esses resultados demonstram a segurança do uso dos biofertilizantes em áreas agrícolas de forma, a agregar valor à produção sem prejuízos ao meio ambiente e a saúde da população.

CONCLUSÕES

Dietas com maiores proporções de volumoso promovem um pior desempenho do processo de biodigestão anaeróbia dos dejetos. Com isso a dieta com maior proporção de concentrado promoveu um aumento de até 23 % na produção de metano necessitando inclusive, de menores tempos de retenção (4 dias a menos), em comparação com os substratos originados de animais que consumiram maiores proporções de volumoso.

REFERÊNCIAS

- [APHA/AWWA/WEF] AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; - AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard methods for examination of water and wastewater**. American Water Works Association, 21 ed. Washington, DC, 2005. 1368 p.
- [ASSOCON] ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CONFINADORES. Disponível

em: <http://www.assocon.com.br/not%2046%202.htm>. Acessado em 11/12/2008

[CONAMA] CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Padrões de qualidade para os parâmetros monitorados na rede de monitoramento**, Resolução CONAMA 20/86. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/QualidadeRios/anexo2>. Acesso em: 01/04/2005.

ALVAREZ, R.; LIDÉN, G. Semi-continuous co-digestion of solid slaughterhouse waste, manure, and fruit and vegetable waste. **Renewable Energy**, Brighton, v.33, n.2, p. 726–734, 2008.

ALVAREZ, R.; VILLCA, S.; LIDÉN, G. Biogas production from llama and cow manure at high altitude. **Biomass and Bioenergy**, Aberdeen, v.30, n.3, p.66–75, 2006.

AMARAL, C. M. C., AMARAL, L. A., LUCAS JÚNIOR, J., NASCIMENTO, A. A., FERREIRA, D. S., MACHADO, M.R.F. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1897-1902, 2004.

AMORIM, A. C.; LUCAS JUNIOR, J; RESENDE, K T. Biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos obtidos nas diferentes estações do ano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p. 16-24, 2004.

ANGONESE, A. R. et al. Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p. 745-750, 2006.

CAETANO, L. **Proposição de um sistema modificado para quantificação de biogás**. 1985. 75f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1985.

CÔTE, C.; MASSE, D.I.; QUESSY, S. Reduction of indicator and pathogenic microorganisms by psychrophilic anaerobic digestion in swine slurries. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 97, n.1, p. 686-691, 2006.

DEMIRER, G. N.; CHEN, S. Two-phase anaerobic digestion of unscreened dairy manure. **Process Biochemistry**. v.40, n.4, p. 3542–3549, 2005.

GÜNGÖR-DEMIRCI, G., DEMIRER, G., N. Effect of initial COD concentration, nutrient addition, temperature and microbial acclimation on anaerobic treatability of broiler and cattle manure. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 93, n.2, p. 109-117, 2004.

MASSÉ, D.I.; MASSE, L.; HINCE, J.F.; POMAR, C. Psychrophilic anaerobic digestion biotechnology for swine mortality disposal. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 99, n.3, p.7307–7311, 2008.

MENTZ, M.B.; WUEST, J.M.; GONCALVES, P.C. Viabilidade de ovos de *Fasciola hepatica* de bovinos em sistema de biodigestão anaeróbia. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, vol.56, n.4, p. 550-553, 2004.

MOLLER, H.B., SOMMER, S.G., AHRING, B.K. Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. **Biomass Bioenergy**, Oxford, v. 26, n. 3, p. 485-495. 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington: 7.ed. 1996. 242p.

ORRICO, A. C. A., LUCAS JÚNIOR, J., ORRICO JÚNIOR, M. A. P. Caracterização e biodigestão anaeróbia dos dejetos de caprinos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.639-647, set./dez.2007.

RIBEIRO, G. M.; SAMPAIO, A. A. M.; FERNANDES, A. R. M.; HENRIQUE, W.; SUGOHARA, A.; AMORIM, A. C. Efeito da fonte protéica e do processamento físico do concentrado sobre a terminação de bovinos jovens confinados e o impacto ambiental dos dejetos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p. 2082-2091, 2007.

SANTOS, T. M. B.; LUCAS JUNIOR, J.; SILVA, F. M. Avaliação do desempenho de um aquecedor para aves adaptado para utilizar biogás como combustível. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n.3, p. 658-, 2007.

SCHOKEN-ITURRINO, R. P.; BENINCASA, M.; LUCAS JUNIOR, J.; FELIS, S.D. Biodigestores contínuos: isolamento de bactérias patogências no efluente. **Engenharia Agrícola**, v. 15, p. 105-8, 1995.

SILVA, D. J. QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Editora Universitária, 3 ed. 2006. 166p.

SILVA, F. M.; LUCAS JUNIOR, J.; BENINCASA, M.; OLIVEIRA, E. Desempenho de um aquecedor de água a biogás. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p. 608-614, 2005.

SOUZA, C. F.; LUCAS JUNIOR, J.; FERREIRA, W. P. M. Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos sob efeito de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato: considerações sobre a partida. **Engenharia Agrícola**,

Jaboticabal, v.25, n.2, p. 530-539, 2005.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS system for Windows**. Versão: 8.2. Cary: 2001.

CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE SUÍNOS ALIMENTADOS COM DIETAS A BASE DE MILHO E SORGO

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a interferência da dieta a base de sorgo em substituição a de milho na composição e no tratamento dos dejetos de suínos. Foram utilizados biodigestores batelada de bancada abastecidos com dejetos de suínos alimentados com duas dietas (uma base de milho e outra a base de sorgo) e submetidos a 30, 60, 90 e 120 dias de retenção hidráulica (TRH). Para medir a eficiência do processo de biodigestão anaeróbia foram avaliadas as reduções de sólidos totais, sólidos voláteis, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes, além dos potenciais de produção do biogás e metano. Os resultados mostraram que os dejetos dos suínos alimentados com dietas à base de sorgo, apresentaram uma menor eficiência no processo, principalmente nos potenciais de produção de biogás e metano. Em média os potenciais foram 8,6% menor ($P < 0,01$) que os potenciais obtidos em biodigestores abastecidos com dejetos de suínos alimentados com dieta a base de milho. Com relação ao NMP de coliformes totais e termotolerantes, apenas foram observadas reduções significativas conforme aumentou TRH.

Palavras-Chave: Coliformes, metano, suinocultura, tanino.

INTRODUÇÃO

A suinocultura se caracteriza como uma atividade que acarreta sérios prejuízos ambientais, devido à elevada capacidade poluente dos dejetos, principalmente pelas concentrações de matéria orgânica, coliformes totais e termotolerantes e significativas quantidades de N e P. Diante deste cenário a biodigestão anaeróbia demonstra ser uma alternativa de tratamento e reciclagem dos dejetos gerados na criação de suínos, principalmente por estabilizar a matéria orgânica, reduzir os coliformes e promover agregação de valor à atividade principal com a produção do biogás e do biofertilizante (AMORIM, 2004).

A biodigestão anaeróbia, como em qualquer processo biológico, depende de alguns fatores que se não forem respeitados podem levar ao fracasso do sistema e consequente perdas dos potenciais energéticos contidos nos dejetos. Em se tratando dos dejetos de animais a preocupação principal durante muito tempo era com relação às condições do meio, tempo de retenção e os teores de sólidos aos quais estes biodigestores eram submetidos. Com o passar do tempo surgiu a necessidade de se conhecer também a qualidade do sólido e como isto pode interferir no desempenho dos reatores.

Estudos recentes entre eles o de ORRICO et al (2007) demonstram que existe relação direta entre a qualidade dos dejetos gerados pelos animais e a produção de biogás, evidenciando que somente a quantidade da fração volátil (ou orgânica) não se mostrou suficiente para determinar a qualidade dos substratos. Desta forma torna-se necessária uma avaliação mais profunda dos diversos constituintes dos resíduos, pois cada um apresenta diferentes taxas de degradação, de forma a acelerar a produção de biogás, quando de degradação rápida, ou retardando, quando de difícil degradação. Segundo os mesmos autores a dieta a que os animais são submetidos é a principal responsável pela grande variação existente entre os potenciais de produção encontrados nos experimentos de biodigestão, onde na maioria das vezes o ingrediente de maior proporção da dieta é o que determina a qualidade final do resíduo.

O principal ingrediente utilizado nas dietas de suínos é o milho, no

entanto, este cereal também é utilizado na alimentação humana, uma concorrência que desfavorece sua utilização em determinadas épocas do ano. Assim, muitos produtores vêm substituindo o milho nas dietas de suínos por outros alimentos energéticos de menor custo. Entre os alimentos utilizados, destaca-se o sorgo, que possui composição química próxima à do milho, embora com valor nutritivo inferior (GOBESSO et al, 2008).

O menor valor energético do sorgo em comparação ao milho está relacionado à menor digestibilidade causada pela interferência dos taninos (presente no grão) no metabolismo de proteínas e carboidratos, especialmente em grãos de sorgo com mais de 1% de taninos (FIALHO & RUTZ, 1985). Os taninos são compostos fenólicos de alto peso molecular, que, além de comprometer a palatabilidade, diminuem a digestibilidade, especialmente de proteína e amido (MAKKAR, 1988), e os valores energéticos do alimento (LIZARDO et al., 1995).

Alguns autores, entre eles SELINGER et al (1998) atestam que micro-organismos anaeróbios, principalmente os de origem ruminal, são capazes de degradar compostos tóxicos como os taninos, não trazendo efeito negativo sobre a degradação do material. Mas segundo outros autores o sucesso não ocorre quando há presença de taninos condensados. Estes são mais difíceis de serem hidrolisados podendo ser tóxicos tanto para os animais como para uma variedade grande de micro-organismos. Isso pode explicar o efeito dos taninos condensados em retardar a biodegradação e diminuir a decomposição da matéria orgânica (BAHT et al ,1998).

Diante da importância econômica e ambiental dos dejetos de suínos, o objetivo deste trabalho foi averiguar se existe interferência sobre a composição da excreta e o desempenho de biodigestores abastecidos com dejetos de suínos em terminação alimentados com dietas a base de sorgo e de milho, submetidos a 30, 60, 90 e 120 dias de retenção hidráulica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 8 suínos para cada dieta (Figura 2 - Apêndice), sendo todos os animais machos castrados, com peso médio inicial de 72,4kg ($\pm$ 2,80

kg), que foram mantidos em baias coletivas, com piso de concreto, sem o uso de lâmina d'água, providas de comedouros e bebedouros automáticos, com fornecimento “*ad libitum*” de água e alimento sólido. As dietas continham milho ou sorgo, como recurso energético, e foram formuladas para serem isoenergéticas e isoproteicas (Tabela 1), desta forma a única diferença entre as dietas foi a fonte de alimento energético. A limpeza das baias era efetuada uma vez ao dia, raspando-se toda a massa de dejetos do piso e, em seguida, efetuando-se a lavagem.

TABELA 1. Composição das dietas utilizadas para a alimentação dos suínos durante a fase de engorda.

Alimento, %	Milho	Sorgo
Milho	77,85	-
Sorgo	-	76,96
Farelo de soja 45%	20,17	20,4
Fosfato bicálcico	0,63	0,46
Calcário calcítico	0,66	0,76
Óleo de soja	-	0,71
Sal comum	0,35	0,35
Suplemento vitamínico + mineral	0,3	0,3
L-lisinaHCl	0,03	0,05
BHT	0,01	0,01

A influência das dietas sobre o potencial energético foi avaliada no processo de biodigestão anaeróbia por meio das produções e potenciais de produção de biogás e metano, reduções nos teores de sólidos totais (ST) e voláteis (SV), do número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes e das demanda química (DQO) e bioquímica de oxigênio (DBO).

Para execução do trabalho foram utilizados biodigestores batelada (Apêndice III) constituídos, basicamente, por três cilindros retos de PVC com diâmetros de 20, 25 e 30 cm, acoplados sobre uma placa de PVC com 2,5 cm de espessura e podem ser caracterizados como biodigestores de bancada, com capacidade média de 12 litros de substrato em fermentação, cada. Os cilindros de 20 e 30 cm encontram-se inseridos um no interior do outro, de tal forma que o espaço existente entre a parede externa do cilindro interior e a

parede interna do cilindro exterior comporta um volume de água (“selo de água”), atingindo profundidade de 50 cm. O cilindro de diâmetro intermediário tem uma das extremidades vedadas, conservando-se apenas uma abertura para descarga do biogás, e está emborcado no selo de água, para propiciar condições anaeróbias e armazenar o gás produzido (gasômetro).

Foram abastecidos 24 biodigestores batelada de bancada (2 dietas x 4 TRH x 3 repetições (biodigestores)). A quantidade de inóculo foi fixa e representou 15% do ST utilizado no abastecimento dos biodigestores, sendo que o inóculo foi obtido a partir do efluente de biodigestores estabilizados e alimentados com dejetos de suínos. Este procedimento permitiu que os micro-organismos presentes no inóculo se adaptassem mais facilmente ao substrato, otimizando assim as produções de biogás e reduzindo o período colonização bacteriana. Os abastecimentos foram efetuados procurando-se obter substratos com teor de ST em torno de 80g.L^{-1} , conforme expressões citadas por LUCAS JUNIOR, (1994).

Os ST, SV, DQO, DBO e NMP de coliformes totais e termotolerantes avaliados nos afluente e efluente dos biodigestores batelada de bancada foram determinados segundo metodologia descrita por APHA et al., (2005).

Os volumes de biogás produzidos diariamente foram determinados medindo-se o deslocamento vertical dos gasômetros e multiplicando-se pela área da seção transversal interna dos gasômetros, ou seja, $0,0507\text{ m}^2$. Após cada leitura os gasômetros foram zerados utilizando-se o registro de descarga do biogás. A correção do volume de biogás para as condições de 1 atm e 20°C foi efetuada com base no trabalho de CAETANO (1985). O potencial de produção de biogás foi calculado utilizando-se os dados de produção diária e as quantidades de dejetos “in natura”, substrato, ST, SV, DQO e DBO durante o processo de biodigestão anaeróbia.

As análises da composição do biogás produzido nos biodigestores abastecidos com dejetos de suínos foram realizadas semanalmente para determinação dos teores de metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), principalmente, em cromatógrafo de fase gasosa Finigan GC-2001, equipado com as colunas Porapak Q e Peneira Molecular, e detector de condutividade térmica (STEIL, 2001).

As amostras coletadas durante o desenvolvimento da biodigestão

anaeróbia foram pré-secadas à 60° C, em estufa de circulação forçada de ar, por 48 horas. A seguir foram finamente moídas (peneira de 1mm de malha), em moinho de facas e então utilizadas para a determinação de SV.

Na avaliação dos resultados referentes ao ensaio de biodigestão anaeróbia com dejetos provenientes de suínos alimentados por duas dietas, adotou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, constando de 8 tratamentos (2 dietas x 4 TRH e 3 repetições (biodigestores)), com comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade. Os resultados das variáveis obtidas foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento GLM (SAS, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição das fezes e afluentes (Tabela 2) apresentam resultados semelhantes para a maioria dos constituintes avaliados. Este resultado pode ser explicado, pelo fato dos animais consumirem dietas formuladas para serem nutricionalmente iguais no que se refere à proteína, energia e minerais. Mas apesar disto o teor de N nos dejetos de suínos alimentados com dietas a base de sorgo ficou 43% maior do que nos dejetos de suínos alimentados com milho. O aumento da excreção de N nas fezes é característica da ingestão de alimentos de menor digestibilidade e/ou de alimentos que possuem compostos antinutricionais, sendo provavelmente o tanino presente no sorgo o principal agente envolvido neste acontecimento. CABRAL FILHO (2004) relata que o maior efeito das dietas com alta proporção de sorgo é o menor aproveitamento do nitrogênio da dieta, o que conseqüentemente leva a uma maior excreção de N nas fezes.

TABELA 2. Caracterização das fezes e dos afluentes utilizados no experimento.

Componentes	Milho	Sorgo
	Fezes	
ST (%)	25,87	25,90
N (% do ST)	3,69	5,30
P (% do ST)	3,21	3,17
K (% do ST)	1,39	1,44
Celulose (% do ST)	16,26	11,64
Lignina (% do ST)	1,69	1,95
	Afluente	
ST (g.L ⁻¹)	80,00	78,00
SV (g.L ⁻¹)	67,70	61,80
DQO (g.L ⁻¹)	130,40	122,75
DBO (g.L ⁻¹)	75,42	71,19

Na Tabela 3 estão apresentados os dados das reduções de ST, SV, DQO e DBO em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo, em diferentes TRH.

TABELA 3. Redução (%) de ST, SV, DQO e DBO em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo, em diferentes TRH.

Entrada	TRH 30	TRH 60	TRH 90	TRH 120
Redução de ST (%)				
Milho	29,84Ad	33,21Ac	37,72Ab	44,34Aa
Sorgo	24,55Bd	29,70Bc	35,52Bb	41,48Ba
Redução de SV (%)				
Milho	31,26Ad	35,55Ac	38,39Ab	45,77Aa
Sorgo	28,64Bd	31,69Bc	36,77Bb	43,92Ba
Redução de DQO (%)				
Milho	45,25Ad	54,81Ac	58,54Ab	61,62Aa
Sorgo	41,91Bd	49,40Bc	54,50Bb	59,88Ba
Redução de DBO (%)				
Milho	45,25Ad	53,71Ac	59,49Ab	60,38Aa
Sorgo	41,91Bd	48,61Bc	54,59Bb	59,26Ba

Na coluna, letras maiúsculas comparam dietas e na linha, letras minúsculas comparam tempos de retenção. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,01$).

O efeito negativo da dieta a base de sorgo, também foi observado para o desempenho dos biodigestores quando abastecidos com dejetos dos suínos alimentados com sorgo (Tabela 3). Foram observadas diferenças ($P < 0,01$) nas reduções dos conteúdos de ST, SV, DQO e DBO, sendo que a dieta a base de milho apresentou reduções superiores quando comparada a dieta a base de sorgo. Esta menor degradação dos dejetos a base de sorgo refletiu diretamente sobre o processo de biodigestão anaeróbia, pois quanto menor for a energia disponível para fermentação do dejetos, menor será a produção de biogás (Tabela 4).

Com relação ao TRH utilizado foi observado aumento nas reduções de ST, SV, DQO e DBO conforme aumentou o TRH. Os dados da Tabela 3 indicam importantes reduções de DQO e DBO, sobretudo aos 120 dias de retenção, verificando-se valores acima de 59%. As maiores ($P < 0,01$) reduções ocorreram em substratos preparados com os dejetos de suínos alimentados com milho e mantidos em biodigestão anaeróbia por 120 dias. Desta forma os dejetos de suínos alimentados com dietas a base de sorgo necessitam de TRH maiores para que atinjam o mesmo nível de degradação. Tomando como base os dados de redução de SV para um TRH de 30 dias, seriam necessários mais três dias para que os biodigestores abastecidos com dejetos de suínos alimentados com dieta a base de sorgo atingisse a mesma redução que os abastecidos com dejetos a base de milho (31,26%). Desta forma a mudança da base energética das dietas dos suínos de uma granja pode levar a uma menor capacidade dos biodigestores em reduzir os teores de sólidos.

Nas Tabelas 4 e 5 estão apresentados os valores das produções e potenciais de produção de biogás e metano, respectivamente.

TABELA 4. Produções totais (m³) de biogás e metano e porcentagens relativa (120 dias de retenção) e de metano aos 30, 60, 90 e 120 dias de retenção, em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo.

TRH	m ³ de biogás		Produção Relativa (%)		CH ₄ (%)		m ³ de CH ₄	
	milho	sorgo	milho	sorgo	milho	sorgo	milho	sorgo
30	0,13Ac	0,11Bc	41,70	41,10	39,60Ad	32,70Bd	0,05Ac	0,03Bc
60	0,25Ab	0,23Bb	80,20	80,90	62,00Ac	56,40Bc	0,15Ab	0,13Bb
90	0,29Aa	0,27Ba	94,50	95,30	76,80Ab	72,10Bb	0,22Aa	0,19Ba
120	0,31Aa	0,29Ba	100,00	100,00	82,10Aa	80,10Ba	0,25Aa	0,23Ba

Na linha, letras maiúsculas comparam dietas e na coluna, letras minúsculas comparam tempos de retenção. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

TABELA 5. Potenciais médios de produção de biogás em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo, em diferentes TRH.

Substrato	TRH 30	TRH 60	TRH 90	TRH 120
L biogás.kg ⁻¹ ST reduzido				
Milho	684Bc	1.180Bb	1.225Ba	1.103Ba
Sorgo	822Ac	1.336Ab	1.315Aa	1.182Aa
L de biogás.kg ⁻¹ de SV reduzido				
Milho	523Ac	883Ab	963Aa	855Aa
Sorgo	477Bc	825Bb	900Ba	792Ba
L de biogás.kg ⁻¹ de dejetos adicionado				
Milho	56Ab	107Ab	126Aa	134Aa
Sorgo	56Ab	111Ab	130Aa	137Aa
L de biogás.kg ⁻¹ de substrato				
Milho	11Ac	21Ab	25Aa	26Aa
Sorgo	10Bc	20Bb	23Ba	24Ba

Na linha, letras maiúsculas comparam dietas e na coluna, letras minúsculas comparam tempos de retenção. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

As menores produções de biogás e metano (P<0,01) foram observadas para os afluentes dos suínos alimentados com sorgo. Essa redução chegou a 8,6% na produção total de metano, fato esse que reforça ainda mais o efeito negativo das dietas a base de sorgo sobre o processo de biodigestão. As

menores produções de biogás dos dejetos de suínos alimentados com sorgo também interferiram de forma negativa sobre os potenciais de produção (Tabela 5). CABRAL FILHO (2004) testou a produção de gás e a degradabilidade de oito variedades de sorgo e observou diferenças significativas entre as variedades de alto e baixo tanino.

Com relação aos diversos TRH testados (Tabela 3), apesar dos substratos retidos por 120 dias alcançarem as maiores reduções do poder poluente em relação ao material inicial, não foram observadas diferenças ($P>0,01$) para a produção de biogás, bem como para os potenciais de produção de biogás (Tabelas 4 e 5), em comparação com o TRH de 90 dias. Desta forma o TRH de 120 dias pode ser considerado desnecessário para este substrato, visto que não apresentou redução significativa do poder poluente dos dejetos. Entretanto o uso do TRH de 30 dias não foi suficiente para promover a degradação efetiva do material, sendo observado um aumento médio de 75% no potencial de produção de biogás por kg de ST reduzidos, quando comparado ao TRH de 60 dias.

ORRICO JUNIOR (2007) observou aumento de 28% nos potenciais de produção de biogás, quando acresceu o TRH de 15 para 36 dias. Neste trabalho o autor utilizou biodigestores semi-contínuos modelo “plug flow” e água residuária de suinocultura com baixa concentração de sólidos ($25 \text{ g de ST.L}^{-1}$), condição que provavelmente colaborou para que os dados de TRH obtidos pelo referido autor fossem inferiores aos verificados neste trabalho, onde utilizaram-se efluentes com elevados teores de sólidos. SOUZA e CAMPOS (2007) também observaram aumento 94,3% no potencial de produção biogás por kg de dejetos suíno, quando o TRH passou de 10 para 30 dias. Estes dados reforçam a necessidade de que os biodigestores retenham os substratos de acordo com o TRH adequado, contabilizando as variáveis: tipo de reator, de resíduo, concentração de sólidos e temperatura do meio.

Na Tabela 6 podem ser observadas as reduções de coliformes totais e termotolerantes em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo, como recurso energético. Não foram observadas diferenças ($P>0,01$) entre as dietas testadas, apenas houve diferença ($P<0,01$) com relação ao tempo de retenção hidráulica, onde os substratos que permaneceram por mais tempo dentro dos biodigestores,

apresentaram uma maior redução no NMP dos coliformes totais e termotolerantes.

TABELA 6 Números mais prováveis (NMP.mL⁻¹) de coliformes totais e termotolerantes em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo, em diferentes TRH.

	Afluente	TRH 30	TRH 60	TRH 90	TRH 120
Coliformes Totais					
Milho	5,3x10 ⁷	2,3x10 ³ Aa	3,3x10 ² Ab	1,14 x10 ² Ac	0Ad
Sorgo	6,17x10 ⁷	4,6x10 ⁴ Aa	1,11x10 ³ Ab	2,67 x10 ² Ac	11Ad
Coliformes Termotolerantes					
Milho	5,3 x10 ⁷	2,3x10 ³ Aa	3,3x10 ² Ab	1,14 x10 ² Ac	0Ad
Sorgo	6,17x10 ⁷	9,3x10 ³ Aa	1,11x10 ³ Ab	2,67 x10 ² Ac	0Ad

Na linha, letras maiúsculas comparam dietas e na coluna, letras minúsculas comparam tempos de retenção. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,01).

COTÉ et al (2006) observaram eficiência de 97,94 a 100% nas reduções de coliformes termotolerantes e totais durante a biodigestão anaeróbia dos dejetos de suínos, mesmo quando estes foram submetidos em condições de baixa temperatura (20°C). Segundo os mesmos autores a eficiência na redução dos micro-organismos patogênicos está associada à temperatura de fermentação e ao TRH utilizado, sendo que quanto maiores forem os seus valores, mais eficiente será a redução de patógenos.

Semelhantes reduções foram obtidas por MATEU et al. (1992), ao estudarem a eliminação de coliformes termotolerantes de resíduos de suínos por meio da digestão anaeróbia mesofílica em biodigestores contínuos com tempo de retenção hidráulica (TRH) de 18 dias e obterem redução de 99,0% no número destes micro-organismos. Os autores associaram este fato à presença dos ácidos graxos voláteis que são produzidos durante o processo. STEIL (2001) também observou reduções de 99,99% em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos, utilizando-se 0, 10 e 15% de inóculo e por 154 dias de retenção, em concentração inicial de 80 g de ST.L⁻¹.

CONCLUSÕES

A utilização de sorgo na alimentação de suínos como fonte energética, em substituição ao milho, promoveu a geração de dejetos que submetidos a biodigestão anaeróbia apresentaram menores produções de biogás e metano, bem como reduções menos eficientes dos conteúdos dos ST, SV, DQO e DBO. Desta forma, os substratos gerados a partir destes dejetos demandaram pela necessidade de um maior TRH para que atingissem a mesma eficiência de redução dos teores de sólidos obtida em substratos produzidos com os dejetos de animais alimentados com milho como recurso energético.

REFERÊNCIAS

- [APHA/AWWA/WEF] American Public Health Association; - American Water Works Association - Water Environment Federation. **Standard methods for examination of water and wastewater**. American Water Works Association, 21 ed. Washington, DC, 2005. 1368 p
- AMORIM, A. C.; LUCAS JUNIOR, J.; RESENDE, K.T. Biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos obtidos nas diferentes estações do ano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal. v. 24, n.1, p. 16-24, 2004.
- BHAT, T. K.; SINGH, B.; SHARMA, O. P. Microbial degradation of tannins – A current perspective. **Biodegradation**, v. 9, n. 1, p. 343–357, 1998.
- CABRAL FILHO, S. L. S. **Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros nutricionais em ovinos**. 2004. 88 f. Tese (Doutorado em Ciências), - Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba, 2004.
- CAETANO, L. **Proposição de um sistema modificado para quantificação de biogás**. 1985. 75f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 1985.
- CÔTE, C.; MASSE, D.I.; QUESSY, S. Reduction of indicator and pathogenic microorganisms by psychrophilic anaerobic digestion in swine slurries. **Bioresource Technology**, Oxford. v. 97, n.1, p. 686-691, 2006.
- FIALHO E. T.; RUTZ, F. **Utilização de sorgo em rações para suínos:**

Suinocultura Industrial, v.83, p.39-43, 1985.

GOBESSO, A. A. O.; D'AURIA, E.; PREZOTTO, L. D.; RENNÓ, F. P. Substituição de milho por sorgo triturado ou extrusado em dietas para eqüinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v.37, n.11, p.2011-2016, 2008.

LIZARDO, R.; PEINIAU, J.; AUMAITRE, A. Effect of sorghum tannins on growth, digestibility of diet components and activity of pancreatic and intestinal enzymes in piglets. **Journées de la Recherche Porcine en France**, v.27, n.1, p.209-216, 1995.

LUCAS JR., J. **Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios**. 1994. 137 f. Tese (Livre-Docência Construções Rurais) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 1994.

MAKKAR, H.P.S. Do tannins affect only protein utilization? **Indian Daryman**, v.41, n.7, p.135-156, 1988.

MATEU, A.; MATA-ALVAREZ, J.; PARÉS, R. Enterobacterial and viral decay experimental models for anaerobic digestion of piggery waste. **Applied Microbiology Biotechnology**, v. 38, p. 291-96, 1992.

ORRICO JUNIOR, M. A. P. **Avaliação dos processos de biodigestão anaeróbia e compostagem em dejetos de suínos: produção de biogás, biofertilizante e composto**. 2007. 95 f. Dissertação Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

ORRICO, A. C. A.; LUCAS JÚNIOR, J.; ORRICO JÚNIOR, M. A. P. Caracterização e biodigestão anaeróbia dos dejetos de caprinos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.639-647, set./dez.2007.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS system for Windows**. Versão: 8.2. Cary: 2001.

SELINGER, L. B.; FOSBERG, C. W.; CHENG, K. J. The rúmen: a unique source of enzymes for livestock production. **Anaerobe**, v.2, n.2, p. 263-284, 1996.

SOUZA, C. F.; CAMPOS, J. A. Avaliação do tempo de retenção hidráulica, agitação e temperatura em biodigestores operando com dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Florianópolis. v.2, n.1, p. 235-241, fev.2007.

STEIL L. Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos. 2001. 108p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia), - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, Araraquara, 2001.

CAPÍTULO 4 - DOSES DE BIOFERTILIZANTES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DO CAPIM PIATÃ

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho verificar a influência das diferentes doses de biofertilizantes de bovinocultura e suinocultura sobre as características produtivas, morfogênicas e estruturais de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã. O experimento foi conduzido em casa de vegetação sob um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com parcela subdividida no tempo. As parcelas foram compostas por oito tratamentos: dois tipos biofertilizantes (bovino e suíno) em quatro doses (0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹ equivalente N) e as subparcelas pelos quatro diferentes períodos de crescimento. O corte de uniformização foi realizado 45 dias após o plantio a 15 cm da superfície do solo. Os biofertilizantes foram aplicados em dose única, após o corte de uniformização, nas quantidades de: 0; 0,23 e 0,19; 0,45 e 0,38; 0,68 e 0,57 litros.vaso⁻¹ para os biofertilizantes de bovino e suíno, respectivamente, que equivalem as doses de 0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹ de N. Não foi observada diferença significativa entre os tipos de biofertilizantes e na interação biofertilizante x dose, desta forma ambos poderiam ser utilizados sem que ocorresse prejuízo no aproveitamento dos nutrientes pelas plantas avaliadas no experimento. Houve diferença significativa entre a produção de matéria seca e verde, taxa de aparecimento de folha, filocrono, taxa de alongamento de folha e pseudocolmo, número de folhas verdes, tamanho final de folha, número de perfilhos e peso dos perfilhos em função das doses crescentes de nitrogênio, seguido um modelo linear de predição. Também foi observado efeito dos períodos de corte, uma vez que as plantas cortadas no verão apresentaram melhor desempenho sobre as características morfogênicas e estruturais avaliadas.

Palavras-chave: adubação orgânica, *Brachiaria brizantha*, filocrono, produção de forragem.

INTRODUÇÃO

A suinocultura e a bovinocultura de corte se caracterizam como atividades que podem acarretar sérios prejuízos ambientais, principalmente quando não há um destino correto dos dejetos produzidos durante o ciclo de produção. Diante deste cenário a biodigestão anaeróbia vem se tornando um dos sistemas mais utilizado no tratamento e reciclagem dos dejetos gerados na produção animal, principalmente por estabilizar a matéria orgânica, reduzir ou eliminar os patógenos e promover agregação de valor às atividades com a produção do biogás e do biofertilizante.

Mas, apesar de eficiente o processo de biodigestão anaeróbia não resolve por completo o problema dos resíduos, visto que este apenas reduz a carga orgânica restando ainda altas quantidades de elementos minerais que impedem o descarte de maneira indiscriminada no solo ou em corpos de água. Para solucionar este problema, muitas criações vêm obedecendo a um sistema no qual há integração da criação de animais com a produção de grãos ou de pastagem. Desta forma, boa parte dos nutrientes contidos nos dejetos pode ser extraída pela cultura e exportados da área após a colheita, diminuindo as chances de saturação do solo e consequente poluição dos corpos d água (OLIVEIRA, 2006).

O fato de parte dos nutrientes contidos nos dejetos não estarem totalmente mineralizados (disponíveis para as plantas) impede o total aproveitamento do mesmo pelas plantas de forma imediata, o que acaba levando a um crescimento menor quando comparado à adubação mineral. No entanto quando o dejetos sofre a ação da fermentação anaeróbia grande parte dos nutrientes que estavam complexados torna-se disponíveis. Um exemplo disto foi descrito por SILVA et al (2006) em pastagem *Brachiaria decumbens*, onde os autores não observaram diferenças significativas nos teores de absorção foliar de nitrogênio, fósforo e potássio entre a adubação mineral convencional e adubação com efluente de lagoa de estabilização de suinocultura.

Apesar de possuírem boa capacidade fertilizante, os efluentes da produção animal ainda não foram muito bem estudados, principalmente no que

diz respeito ao crescimento das plantas frente aos diversos tipos de efluente e doses. Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho verificar a influência das diferentes doses de biofertilizantes produzido a partir dos dejetos de bovinos e suínos sobre as características produtivas, morfogênicas e estruturais de *Brachiaria brizantha* cv Piatã.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na casa de vegetação pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD, localizada no município de Dourados, MS. O município de Dourados situa-se na latitude de 22°13'16" S, longitude de 54°17'01"W e altitude 430 m. O clima da região, segundo a classificação de Koppen é Mesotérmico Úmido, do tipo CWA, com temperatura e precipitações médias variando de 20 a 24°C e 1250 a 1500 mm, respectivamente. Os dados meteorológicos referentes a temperatura, umidade e radiação observados na casa de vegetação durante o período experimental estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Dados meteorológicos coletados no interior da casa de vegetação durante o período experimental.

Mês/2010	Tmx	Tmn	Tmd	URmd
	°C		%	
Janeiro	30,9	20,9	24,9	83,1
Fevereiro	32,2	21,8	25,9	78,7
Março	32,8	20,0	25,6	70,3
Abril	29,0	17,7	22,8	71,7
Maio	23,7	12,6	17,8	79,5

Tmx: Temperatura máxima; Tmn: Temperatura mínima; Tmd: Temperatura média; URmd: Umidade relativa média.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com parcela subdividida no tempo. As parcelas foram compostas por oito tratamentos: dois tipos biofertilizantes (bovino e suíno) em quatro doses (0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹ equivalente N) e as subparcelas pelos

quatro períodos de crescimento. Cada tratamento possuía seis repetições (vaso), totalizando 48 vasos plásticos (vedados para evitar lixiviação dos elementos minerais do solo) com capacidade para 9 dm³ de solo (Apêndice IV).

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Distroférrico segundo EMBRAPA, (1999) que apresentou as seguintes características: pHCaCl₂ = 4,3; P em resina = 0 mg.dm⁻³; K = 0,3 mmol.dm⁻³; Ca = 4,0 mmol.dm⁻³; Mg = 3,0 mmol.dm⁻³; Al+H = 94,0 mmol.dm⁻³; soma de bases = 7,3 mmol.dm⁻³; capacidade de troca de cátions 101,3 mmol.dm⁻³; saturação por bases = 7,2%; matéria orgânica = 47,1 g.dm⁻³; areia = 12,0%; silte = 72,7%; argila = 15,3%. Considerando os resultados da análise química do solo, foi realizada a calagem 60 dias antes do plantio com o intuito de elevar a saturação de bases para 50%, sendo que para isso foram utilizados 1,96 g.dm⁻³ de Calcário Filer. Devido à baixa fertilidade do solo utilizado no experimento foi realizada adubação de formação para garantir o estabelecimento da forrageira. Foram aplicados 204 mg.dm⁻³ de N, 818 mg.dm⁻³ de P₂O₅ e 187 mg.dm⁻³ de K₂O, na forma de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A umidade dos vasos foi controlada a cada três dias, através da pesagem dos mesmos sempre visando manter o solo com 70% da capacidade de campo. A irrigação foi feita com água destilada no intuito de evitar a interferência dos minerais presentes na água comum.

A semeadura foi realizada no dia 02 de janeiro de 2010, sendo semeadas dez sementes de *Brachiaria brizantha* cv Piatã por vaso e sete dias após a emergência, fez-se o desbaste, deixando-se três plantas por vaso (Apêndice IV). O corte de uniformização foi realizado 45 dias após o plantio (17 de fevereiro de 2010) a 15 cm da superfície do solo. A partir desta data iniciou-se o período experimental com a aplicação em dose única de 0; 0,23 e 0,19; 0,45 e 0,38; 0,68 e 0,57 litros.vaso⁻¹ de biofertilizante bovino e suíno, respectivamente, que equivalem as doses de 0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹ de N ou 50, 100 e 150 mg.dm⁻³ de N. Os biofertilizantes de bovino e suíno utilizados no experimento eram provenientes de biodigestores semi-contínuos operados com 30 dias de retenção hidráulica e sua composição está apresentada na Tabela 2.

TABELA 2. Teores dos macro e microminerais contidos na matéria seca (MS) dos biofertilizantes de bovino e suíno utilizados no experimento.

Nutrientes (% da MS)	Bovino	Suíno
N	2,43	2,92
P	1,21	2,03
K	0,90	1,39
Ca	1,47	1,51
Mg	0,60	0,75
Na	0,29	0,28
Fe	0,15	0,12
Cu	0,03	0,51
Mn	0,01	0,02
Zn	0,03	0,11

Para determinar os teores dos macro e microminerais dos biofertilizantes foi realizada uma digestão em digestor Digesdahl Hach à base de ácido sulfúrico (H_2SO_4) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a 50%. Com este extrato foi possível a determinar os teores de N, P, Ca, Mg, K, Na, Fe, Zn, Mn e Cu (APHA, 2005). O nitrogênio foi determinado conforme metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ, (2006). Os teores de fósforo foram determinados pelo método colorimétrico utilizando-se espectrofotômetro HACH modelo DR-2000 (APHA, 2005). As concentrações de Ca, Mg, K, Na, Fe, Zn, Mn e Cu foram determinadas em espectrofotômetro de absorção atômica modelo GBC 932 AA (APHA, 2005).

O estudo das características morfogênicas e estruturais foi realizado utilizando-se dois perfilho por vaso, identificados com fios coloridos (Apêndice V). Este estudo iniciou-se no terceiro dia após o corte de uniformização, com medições a cada três dias até que as plantas atingissem a altura de corte de 30 cm, deixando um resíduo de 15 cm (Apêndice VI e VII) conforme recomendação de PEDREIRA et al, (2007). Por isso os cortes foram feitos em datas distintas (Tabela 3).

TABELA 3. Datas em que foram realizados os corte em função da dose de nitrogênio e os diferentes períodos de corte de *Brachiaria brizantha* cv Piatã.

Dose kg.ha ⁻¹ de N	Período			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
0	09/03/2010	02/04/2010	30/04/2010	04/06/2010
100	07/03/2010	31/03/2010	24/04/2010	31/05/2010
200	03/03/2010	28/03/2010	23/04/2010	30/05/2010
300	02/03/2010	25/03/2010	18/04/2010	26/05/2010

Após o corte outros perfilhos eram escolhidos e iniciava-se a avaliação do próximo corte. Para determinação das características morfogênicas e estruturais foram registrados dados referentes ao aparecimento do ápice foliar, ao dia da exposição da lígula, comprimento do pseudocolmo, comprimento da lâmina foliar expandida e em expansão, número de folhas por perfilho, número de perfilhos por vaso e número de folhas verdes, mortas e em senescência. Com estes dados foi possível calcular as seguintes variáveis de acordo com CHAPMAN & LEMAIRE, (1993):

Taxa de alongamento foliar (TAIF, cm.perfilho⁻¹.dia⁻¹), calculada com base no comprimento total de folhas produzidas pelo número de dias envolvidos; Taxa de aparecimento foliar (TApF, folha.perfilho⁻¹.dia⁻¹), obtida pela divisão entre o número de folhas surgidas nos perfilhos marcados e o número de dias envolvidos; Filocrono: correspondeu ao inverso da TApF, ou seja o número de dias para surgir uma nova folha; Taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIC, cm.perfilho⁻¹.dia⁻¹) calculada com sendo a diferença entre altura inicial e final (calculado com base no nível do solo até a lígula da última folha expandida de cada perfilho) pelo número de dias envolvidos; Comprimento final de folha (CFF, cm) calculado como sendo a média dos comprimentos das lâminas foliares completamente expandidas, desde sua inserção na lígula até o ápice foliar; Número de folhas verdes (NFV, folhas.perfilho⁻¹) obtido por meio da contagem do número de folhas em expansão e expandidas verdes nos perfilhos marcados; Duração de vida da folha (DVF, dias) estimada considerando o tempo entre o aparecimento do ápice foliar e o primeiro sinal de senescência da lâmina, portanto, o tempo que a folha permaneceu verde; Número de perfilhos vivos e mortos (perfilhos.vaso⁻¹) foi realizado pela contagem do número de perfilhos vivos e mortos em cada

vaso; Peso médio do perfilho (g.perfilho^{-1}) calculado pela divisão da produção de matéria seca da parte aérea pelo número de perfilhos vivos por vaso.

A massa de forragem produzida foi medida como sendo o peso total da forragem verde (MV) retirada dos vasos após cada corte (15 cm do solo). O material ceifado foi levado ao laboratório para secagem em estufa de circulação forçada, no intuito de obter o teor de matéria seca (MS) para o cálculo da produção de MS por vaso.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, considerando como fontes de variação o tipo de biofertilizante, dose, o período de corte e a interação dos mesmos, testados a 1% de probabilidade. O efeito dose equivalente de nitrogênio foi avaliado por análise de regressão, o efeito do tipo de biofertilizantes foram comparados pelo teste F e os efeitos dos diferentes períodos de cortes foram avaliados por meio do teste de Tukey a 1% de probabilidade. As análises foram feitas utilizando SAS, 2001.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por ter sido utilizado como critério para o corte da forrageira a altura de 30 cm e não um intervalo de tempo pré-definido houve diferenças nos tempos em que os tratamentos foram ceifados durante todo experimento (Tabela 4).

TABELA 4. Intervalo entre cortes (dias) em função da dose de nitrogênio e os diferentes períodos de corte de *Brachiaria brizantha* cv Piatã.

Dose kg.ha^{-1} de N	Período			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
0	20	24	28	35
100	18	21	22	31
200	14	18	21	30
300	13	15	16	26

Mesmo com a variação entre intervalos de corte (Tabela 4), não foi observado nos tratamentos a senescência de folhas o que acabou impedindo de calcular a duração média de vida das folhas. SILVEIRA et al., (2010) ao comparar oito cultivares de *Brachiaria brizantha* em crescimento livre relataram que a *B. brizantha* cv Piatã é a que apresenta maior longevidade de folha (78

dias), o que explica o fato de não ter sido observada a senescência de folha durante o experimento.

Não foi observada diferença ($P>0,01$) entre os tipos de biofertilizantes e nas interações biofertilizante x dose e biofertilizante x período de corte sobre os parâmetros avaliados em *B. brizantha* cv Piatã. Desta forma pode-se afirmar que os biofertilizantes de bovinocultura e suinocultura desde que utilizados de maneira padronizada (corrigindo a dose de acordo com o teor de N de cada biofertilizante) não apresentam diferenças no que diz respeito ao aproveitamento dos nutrientes, proporcionando assim um crescimento similar entre as plantas avaliadas. SCHEFFER-BASSO et al. (2008) atribuem melhores resultados em pastagens adubadas com dejetos de suínos em relação aos dejetos de bovinos, devido principalmente aos maiores teores de nitrogênio e fósforo contidos nos mesmos. Neste caso os autores comparam apenas as doses em $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ não se preocupando com a quantidade de água (teor de sólido) e quantidade dos nutrientes contidos nos efluentes, o que acaba interferindo na quantidade de nutriente aplicada na área. Quando os resíduos são comparados em igualdade de condições há uma comparação mais justa e no caso deste trabalho não foi observada diferenças no crescimento das plantas de acordo com o tipo de biofertilizante.

Com relação às diferentes doses de biofertilizante foram observadas diferenças ($P<0,01$) na produção de matéria seca à medida que se aumentou a dose de nitrogênio nos vasos, seguindo um modelo linear de predição (Figura1).

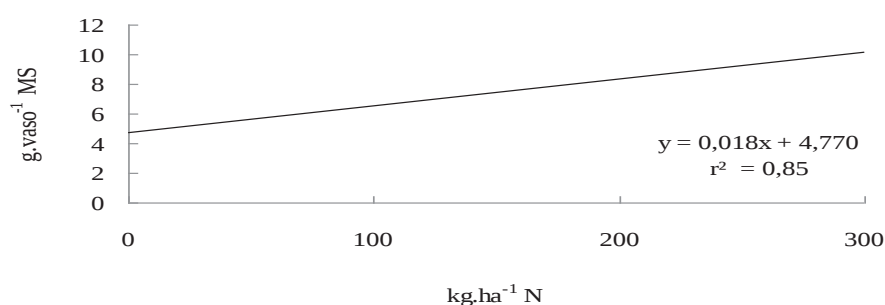


FIGURA 1: Produção de matéria seca (MS) em *Brachiaria brizantha* cv Piatã em diferentes doses de nitrogênio. Significativo a 1%.

A produção de matéria seca foi de 113% maior no tratamento com 300 kg.ha^{-1} de N quando comparado com a testemunha. BARNABÉ (2001)

observou aumento de 156% na produção de matéria seca quando comparou a dose máxima utilizada de efluente de lagoa de estabilização de suinocultura com a testemunha (sem adubação) em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Os autores também encontraram comportamento linear entre a produção de matéria seca e as doses de efluente de lagoa de estabilização de suinocultura.

Com relação as variáveis morfogênicas e estruturais também foi observada influência ($P < 0,01$) das doses de N sobre as características estudadas, seguindo um modelo linear de predição (Figura 2).

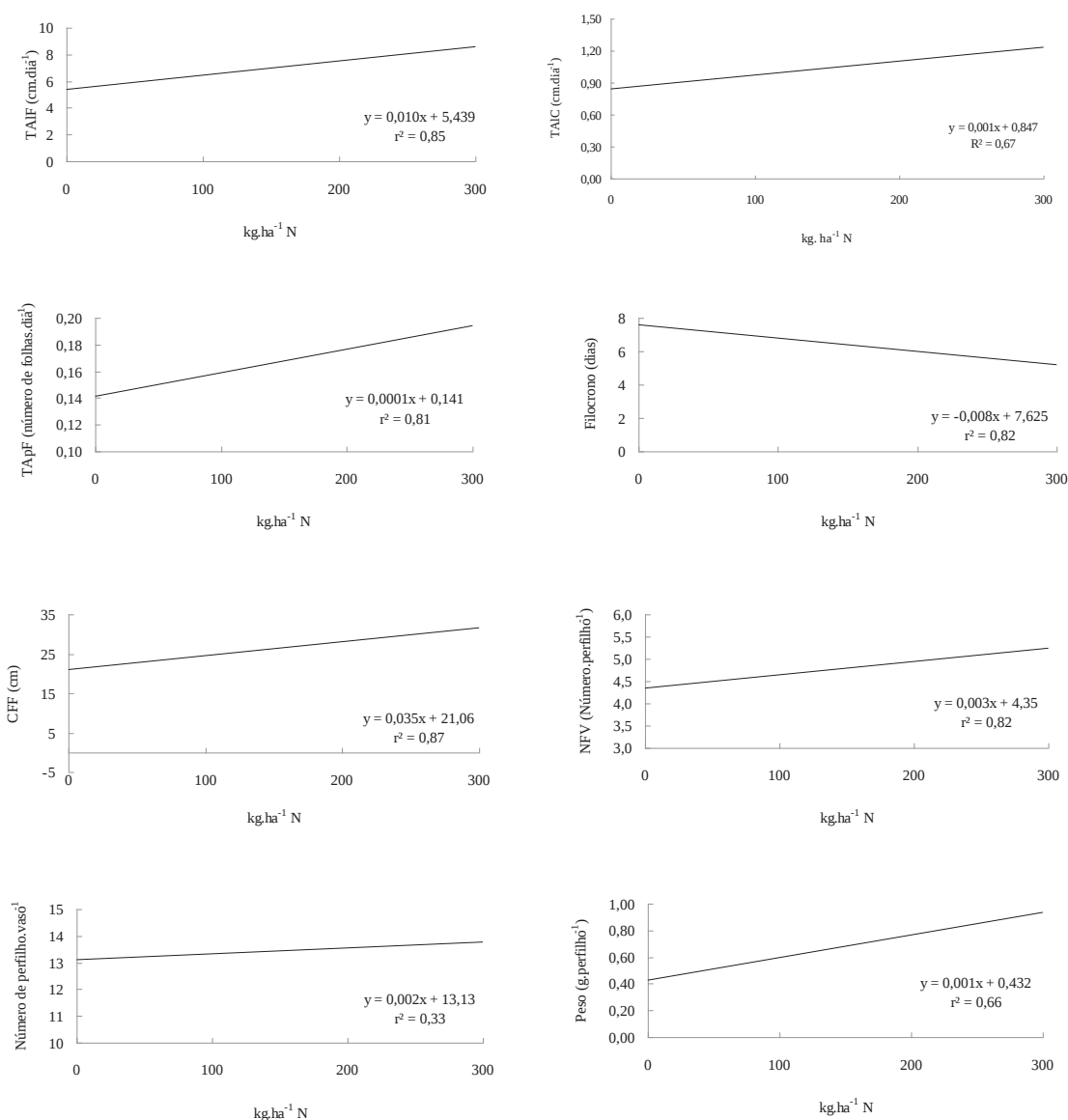


FIGURA 2: Taxa de alongamento de folha (TAIF), taxa de alongamento de pseudocolmo (TALC), taxa de aparecimento de folha (TApF), filocrono, comprimento final de folha (CFF), número de folhas verdes por perfilho (NFV), número de perfilho por vaso e peso médio dos perfilhos vivos por vaso em *Brachiaria brizantha* cv. Piatã em diferentes doses de nitrogênio. Significativo a 1%.

Na literatura são encontrados dados variados no que se refere ao comportamento das variáveis morfogênicas e estruturais frente a diferentes doses de nitrogênio. ALEXANDRINO et al. (2004) encontraram comportamento linear para as características morfogênicas e estruturais de *B. brizantha* cv Marandu com as doses de 0, 20 e 40 mg.dm³.semana⁻¹ de N. Já SILVA et al. (2009) encontraram para mesma cultivar e mesmas variáveis analisadas modelo quadrático de predição. Os motivos de tanta variação pode estar relacionado à época do ano em que o experimento foi realizado, a fertilidade do solo (quantidade residual de nutrientes) e o tipo de vaso utilizado (perfurado não impede a lixiviação dos nutrientes). Outro ponto que deve ser levado em consideração é a faixa em que os dados são testados, desta forma quanto maior for a doses de nitrogênio aplicadas nos vasos maior será a chance de haver um comportamento quadrático, como em SILVA et al (2009) que utilizaram faixa de avaliação de até 380 kg.ha⁻¹ de N, ou seja 80 kg.ha⁻¹ de N superior a utilizada neste trabalho, desta forma foi possível encontrar o ponto máximo de crescimento da forragem.

Segundo MAC ADAM et al (1989) o aumento na TAIF em função do aumento das doses de nitrogênio se deve em função do incremento da produção de células (divisão celular), sem efeito no tamanho final da célula ou na taxa de alongamento da célula epidérmica. Foi observado incremento de 55,15% na taxa de alongamento foliar para as plantas que receberam a maior dose de N, em relação às não-adubadas. Esse incremento é responsável, em grande parte, pelo aumento da produção de matéria seca (Figura 1), que está em função do aumento da área foliar, e, provavelmente, pela melhor relação entre carbono e nitrogênio para a rebrotação (ALEXANDRINO et al., 2004). A taxa de alongamento foliar está diretamente relacionada à produção de massa seca, como descrita por GOMIDE (1997), que por sua vez, explica grande parte da quantidade de forragem produzida.

A TApF aumentou de 0,14 folhas.perfilho⁻¹.dia⁻¹ para 0,17 folhas.perfilho⁻¹.dia⁻¹ nas plantas que receberam a maior dose de N, em relação às não-adubadas. LEMAIRE & CHAPMAN (1996) elucidaram que a TApF tem papel central na morfogênese, devido à influência direta sobre cada um dos três componentes da estrutura do pasto. Há uma relação direta da TApF com a

densidade populacional de perfilhos, o que determina o potencial de perfilhamento de dado genótipo, pois cada folha formada representa potencialmente o surgimento de um novo perfilho, ou seja, a geração de novas gemas axilares. Consequentemente, se novos perfilhos são gerados, espera-se que altas doses de N promovam maior acúmulo de MS, pois há aumento no índice de área foliar do pasto, ou seja, biomassa aérea (Figura 1).

Desta forma o aumento da TApF leva ao aumento potencial do aparecimento de perfilhos (Figura 2), onde observa-se aumento de 4,5 e 70% no número de perfilho e no peso do perfilho, respectivamente. ALEXANDRINO et al (2004) também observaram incremento no perfilhamento e no peso do perfilho da *B. brizantha* cv Marandu à medida que aumentaram a dose de nitrogênio. SILVA et al (2009) encontraram um maior número de perfilhos por planta (12,8 perfilhos) na dose de 179 mg.dm⁻³ de N. Segundo os autores o aumento no número de perfilhos por planta proporciona maior cobertura do solo pela planta forrageira, o que contribui para a redução da degradação do solo devido a menor exposição ao impacto da chuva e a exposição ao sol.

O filocrono é definido como o tempo gasto para a formação de uma nova folha, ou seja o inverso da TApF. Desta forma foi observada redução no valor do filocrono de 7,84 para 5,37 dias, nas doses de 0 e 300 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente. ALEXANDRINO et al. (2004), avaliando o filocrono em *B. brizantha* cv. Marandu, verificaram que, com o aumento das doses de nitrogênio, o filocrono reduziu de 12,20 para 6,99 dias, respectivamente, nas plantas adubadas com 0 a 40 mg.dm³.semana⁻¹ de N, assim como MARTUSCELLO et al. (2005) que encontraram valores de filocrono para o *B. brizantha* cv Xaraés de 11,45 e 8,81 dias sem adubação e com 120 mg.dm⁻³ de N, respectivamente.

Houve efeito ($P<0,01$) entre as características produtivas e o perfilhamento (Tabela 5).

TABELA 5. Massa seca e perfilhamento em *Brachiaria brizantha* cv Piatã nos diferentes períodos de corte.

Características Produtivas	Período				CV%
	1 ^o corte	2 ^o corte	3 ^o corte	4 ^o corte	
Matéria seca (g. vaso ⁻¹)	5,06 c	6,50 b	10,68 a	7,67 b	18,90
Perfilhamento	Período				CV%
	1 ^o corte	2 ^o corte	3 ^o corte	4 ^o corte	
Perfilhos vivos.vaso ⁻¹	8,45 b	13,45 a	14,41 a	14,41 a	13,98
Perfilhos mortos.vaso ⁻¹	-	-	2,45b	3,67a	15,32
Peso do perfilho vivo (g)	0,87a	0,42 b	0,82 a	0,60b	19,43

Na linha letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Apesar dos dois primeiros cortes terem sido realizados na estação do verão, foi o terceiro corte (outono) que apresentou maior produção de matéria seca, maior número de perfilhos vivos e maior peso por perfilho. O motivo disto se deve ao fato dos dois primeiros cortes terem sido realizados muito próximos e com menor número de perfilhos, o que acabou refletindo na quantidade de biomassa produzida e também sobre o número de perfilhos mortos. A população de perfilhos mortos começou a partir do terceiro corte que ocorreu no mês de abril, o que condiz com os dados de MOREIRA et al. (2009) que observou aumento na população de perfilhos mortos em abril no primeiro ano e em março e abril no segundo ano. Segundo os mesmos autores a partir de abril, a demografia de perfilhos vivos no pasto pode diminuir, como consequência do maior número de perfilhos mortos e da estabilização do número de perfilhos vivos.

Foi observado o efeito ($P < 0,01$) dos períodos de corte sobre as características morfogênicas e estruturais do capim-piatã (Tabela 6). O primeiro corte foi o que apresentou os maiores valores de TAIF, TApF, TAIC, CFF, NFV e menores filocrono, sendo que estes valores sofriam redução à medida que terminava o verão e iniciava o outono. Segundo EUCLIDES et al (2008) esse padrão de variação é típico das regiões tropicais em consequência da estacionalidade das chuvas, variações de temperatura e fotoperíodo, visto que no caso específico do experimento em questão houve apenas a influência da temperatura (Tabela 1) e fotoperíodo, pois a umidade do solo foi controlada

durante todo período experimental.

TABELA 6 Características morfogênicas e estruturais *Brachiaria brizantha* cv Piatã em diferentes períodos de corte.

Característica	Período				CV%
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	
TAIF (cm.perfilho ⁻¹ .dia ⁻¹)	8,36a	8,06a	6,32b	5,38c	15,30
TAIC (cm.perfilho ⁻¹ .dia ⁻¹)	1,39a	1,06b	0,99b	0,72c	12,32
TApF (folhas.perfilho ⁻¹ .dia ⁻¹)	0,19a	0,18a	0,15b	0,14b	12,37
Filocrono (dias)	5,51b	5,80b	6,86a	7,52a	10,60
CFF (cm.perfilho ⁻¹)	30,69 a	25,81b	24,72b	24,34b	12,58
NFV (folhas.perfilho ⁻¹)	6,68a	6,40a	5,60b	4,68c	10,99

Na linha letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Houve uma redução de 35,64 e 26,31% na TAIF e TApF respectivamente, na comparação do primeiro com o último corte. BARBOSA (2004) observou maiores valores de TAIF e TApF durante o verão e consequentemente maiores valores de filocrono durante inverno. Segundo GASTAL et al. (1992) as taxas de aparecimento e alongamento de folhas aumentam conforme aumenta a temperatura do meio, desta forma o tamanho final da folha que é determinado pela relação taxa de alongamento/taxa de aparecimento, eleva-se com o aumento da temperatura fazendo com que as folhas crescidas no verão apresentem maior tamanho em comparação com as outras estações do ano. Este padrão também foi observado neste experimento onde as folhas apresentavam em média 30,69 cm de comprimento no primeiro corte e 24,34 cm no ultimo corte.

Foram observadas diferenças ($P < 0,01$) no NFV durante os diferentes períodos de corte, sendo constatada redução no NFV quando se compara os cortes feitos durante o verão e os feitos durante o outono (Tabela 5). O NFV é uma variável determinada geneticamente, e cada espécie ou cultivar mantém seu NFV independente do manejo imposto, no entanto limitações de temperatura e fotoperíodo promovem reduções nestes valores, pois a TApF que também determina o NFV é reduzida (HODGSON, 1990).

Assim como as demais características avaliadas a TAIC também foi influenciada pelos períodos de crescimento. A TAIC é uma importante

característica observada nas gramíneas tropicais de hábito ereto, a qual interfere significativamente na estrutura do dossel forrageiro e no processo de competição por luz (SBRISSIA & SILVA, 2003). Esta característica é influenciada pelo alongamento ou pela duração do alongamento de cada folha, ou seja, quanto maior for a duração do filocrono menor será a TAIC (Tabela 5). Este comportamento foi observado no experimento onde foram encontrados valores de TAIC de 1,79 e 0,72 cm.perfilho⁻¹.dia⁻¹ para o primeiro e quarto corte que foram os que obtiveram o menor e maior filocrono, respectivamente.

Os resultados encontrados neste trabalho evidenciam a viabilidade da utilização dos biofertilizantes de suíno e bovinocultura na adubação do capim Piatã, principalmente pelo fato dos valores encontrados estarem muito próximos aos encontrados na literatura com a adubação mineral. No entanto futuras pesquisas deverão ser realizadas no intuito de avaliar outros tipos de biofertilizantes em outras espécies de forrageiras. Com isso será possível determinar com maior segurança o poder fertilizante dos resíduos da produção animal na produção de forragens.

CONCLUSÕES

A *Brachiaria brizantha* cv Piatã responde de forma crescente as doses de nitrogênio testadas, no que se refere às características produtivas, morfogênicas e estruturais, independente da fonte de biofertilizantes utilizada (suíno ou bovino).

A queda na temperatura e no fotoperíodo observado durante os diversos cortes influenciou as características morfogênicas e estruturais *Brachiaria brizantha* cv Piatã. Esses resultados refletem o efeito da estacionalidade muito comum na região centro-oeste do país.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; MOSQUIM, P.R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, D.P. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio.

Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 21.ed. Washington: American Water Works Association, 2005. 1368p.

BARBOSA, R. A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo**. 2004. 122f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

BARNABÉ, M. C. **Produção e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos**. 2001. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.

CHAPMAN, D.F., LEMAIRE, G. **Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation**. In: BAKER, M. J. (Ed.). *Grasslands for Our World*. SIR Publishing, Wellington, p.55-64, 1993.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M.C.M; VALLE, C. B.; BARBOSA, R.A.; GONÇALVES, W.V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, 2008.

GASTAL, F.; BÉLANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, v.70, p.437-442, 1992.

GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, I., 1997, Viçosa, **Anais...** Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, [1997]. (CD-ROM)

HODGSON, J. **Grazing Management: Science into practice**. 3ed. New York: John Wiley & Sons, 1990. 203 p.

MAC ADAM, J.W.; VOLENEC, J.J.; NELSON, C.J. Effects of nitrogen on mesophyll cell division and epidermal cell elongation in tall fescue leaf blades. **Plant Physiology**, v.89, p.549-556, 1989.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO J.R.D; NASCIMENTO

JÚNIOR, D.; SANTOS, P.M.; RIBEIRO JUNIOR, J.I.; CUNHA, D.N.F.V, MOREIRA, L.M. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1475-1482, 2005.

MOREIRA, L.M.; MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; CLAUDIO MISTURA,C.; MORAIS, R.V.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I. Perfilamento, acúmulo de forragem e composição bromatológica do capim-braquiária adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1675-1684, 2009.

OLIVEIRA, W. **Uso da água residuária de suinocultura em pastagem de brachiaria decumbens e grama estrela *Cynodon plectostachyum***. 2006. 104f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo Piracicaba, 2006.

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

SBRISSIA, A. F.; Da SILVA, S. C.; MATTHEW, C.; CARVALHO, C. A. B.; CARNEVALLI, R. A.; PINTO, L. F. M.; FAGUNDES, J. L.; PEDREIRA, C. G. S. Tiller size/density compensation in grazed Tifton 85 bermudagrass swards. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 12, p. 1459-1468, 2003.

SCHEFFER-BASSO, S.M., SCHERER, C.V., ELLWANGER, M.F. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: pastagem natural **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.221-227, 2008

SILVA, A. A.; COSTA, A. M.; XAVIER, C. A. N.; MORALES, M.M.; LANA, R.M.Q. Efeito da aplicação de dejetos líquidos de suínos e fertilizantes minerais na absorção de nutrientes em pastagem de *Brachiaria decumbens*. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, X., 2006, São José dos Campos. **Anais...** São Paulo: Universidade do Vale do Paraíba, [2006], (CD-ROM).

SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. CAMILA MAIDA DE ALBUQUERQUE MARANHÃO, C.M.A.; PATÊS, N.M.S.; SANTOS, L.C. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de Braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p. 657-661, 2009.

SILVA, D. J. QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Editora Universitária, 2006. 166p.

SILVEIRA, M. C. T.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, S. C.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; SBRISSIA, A.F. ; RODRIGUES, C.S.; SOUSA, B.M.L.; PENA, K.S.; VILELA, H.H. Morphogenetic and structural comparative characterization of tropical forage grass cultivars under free growth. **Scientia Agrícola**, v. 67, n. 2, p.136-142, 2010.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS system for Windows**. Versão: 8.2. Cary: 2001.

CAPITULO 5 - VALOR NUTRITIVO DO CAPIM PIATÃ ADUBADO COM DIFERENTES DOSES DE BIOFERTILIZANTE DE BOVINOCULTURA E SUINOCULTURA

RESUMO: Objetivou-se verificar a influência das diferentes doses de biofertilizantes gerados a partir dos dejetos de bovinos e suínos em fase de terminação sobre valor nutritivo do capim-Piatã. O experimento foi conduzido em casa de vegetação utilizando um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com parcela subdividida no tempo. As parcelas foram compostas pelos oito tratamentos: dois tipos biofertilizantes (bovino e suíno) em quatro doses (0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹ equivalente N), já as subparcelas pelos quatro diferentes períodos de cortes. O corte de uniformização foi realizado 45 dias após o plantio e à 15 cm da superfície do solo. Os biofertilizantes foram aplicados em dose única, após o corte de uniformização, nas quantidades: 0; 0,23 e 0,19; 0,45 e 0,38; 0,68 e 0,57 litros.vaso⁻¹ para os biofertilizantes de bovino e suíno, respectivamente, que se equivaleram às doses de 0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹ de N. As variáveis analisadas foram fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose, lignina, proteína bruta (PB) e digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS). Não foi observada diferença significativa entre os tipos de biofertilizantes e na interação biofertilizante x dose, o que possibilita a recomendação do uso de ambos os biofertilizantes, sem que ocorresse prejuízo na qualidade das plantas avaliadas. Os teores de FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina apresentaram comportamento linear negativo em função das doses crescentes de nitrogênio. Já os teores de PB e os coeficientes de DIVMS responderam linear e positivamente às doses de nitrogênio. Também foi observado efeito dos períodos de corte, uma vez que as plantas produzidas no verão apresentaram valor nutritivo superior as de outono.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, digestibilidade, estação do ano.

INTRODUÇÃO

As pastagens constituem a base da produção de bovinos de corte no Brasil, principalmente em função da disponibilidade de área e o baixo custo por quilograma de massa seca produzida, o que garantiu por muitos anos a competitividade do setor frente à carne bovina produzida em outros países. No entanto este sistema extrativista de produção começou a se tornar desinteressante, pois a baixa produtividade e despadronização da carne que é característica deste sistema, não se adequam ao novo perfil do consumidor que paga um preço maior pela carne de melhor qualidade.

Devido a essas mudanças de consumo, a bovinocultura brasileira vem buscando formas de melhorar a eficiência produtiva dos rebanhos em pastagens. Segundo LUPATINI (2010) uma estratégia para aumentar a produtividade em pastagens é a produção de novas espécies e cultivares de forrageiras que possam aliar produção e qualidade nutricional da forragem, além de se adaptarem às diferentes condições edafoclimáticas do Brasil.

Dentre as diversas espécies de gramíneas forrageiras o gênero *Brachiaria* se destaca ocupando 85% de toda a área de pastagem do Centro-Oeste nacional. O motivo de tanto sucesso se deve à facilidade que este gênero encontrou em se desenvolver no solo e ao clima da região (LUPATINI, 2010). Dentre as diversas espécies deste gênero a *Brachiaria brizantha* é considerada a mais produtiva, e por isso foi a que teve maior número de cultivares lançados nos últimos anos (Marandú, Piatã, Xaraés), o que conseqüentemente demandou maior geração de informações de pesquisas sobre produção, manejo e qualidade desses cultivares.

As espécies ou cultivares forrageiros mais produtivos requerem melhores condições de fertilidade do solo para o pleno desenvolvimento, o que implica em constante acompanhamento da acidez do solo e reposição dos nutrientes extraídos por meio das adubações. Dentre os diversos nutrientes requeridos pelas plantas o nitrogênio é que apresenta a maior demanda, pois é ele o principal responsável pelo ritmo de crescimento e pela qualidade das gramíneas forrageiras, sem desprezar a importância que o fósforo e o potássio tem sobre o crescimento da planta (ALVIM et al, 1999).

No entanto o alto custo da adubação mineral pode em alguns casos onerar o custo de produção, o que obriga muitas vezes o produtor a reduzir a quantidade de adubo aplicado na área de pastagem. Por isso muitos produtores buscam fontes mais baratas de fertilização, sem que estas causem problemas às plantas e aos animais em pastejo. Dentre essas fontes os efluentes da produção animal vêm sendo utilizados com excelentes resultados, pois além de serem ricos em nitrogênio também possuem quantidades significativas de fósforo, potássio e praticamente todos os micro-nutrientes importantes para o crescimento das gramíneas forrageiras (ASSMANN et al., 2007). BARNABÉ et al (2001) observaram maior produção de forragem e maiores teores de proteína bruta na pastagem de *Brachiaria brizantha* cv Marandu com a aplicação de $150 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ de efluente de suinocultura, quando comparada com a adubação mineral convencional. No entanto, é preciso conhecer a dose adequada de aplicação desses efluentes para cada tipo de forrageira e solo, a fim de reduzir as perdas de nutrientes (lixiviação) e tornar a adubação mais eficiente.

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi verificar a influência das diferentes doses de biofertilizantes produzidos a partir dos dejetos de bovinos e suínos sobre o valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv Piatã.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD, localizada no município de Dourados, MS. O município de Dourados situa-se na latitude de $22^{\circ}13'16''$ S, longitude de $54^{\circ}17'01''$ W e altitude 430 m. O clima da região, segundo a classificação de Koppen é Mesotérmico Úmido, do tipo CWA, com temperatura e precipitações médias variando de 20 a 24°C e 1250 a 1500 mm, respectivamente. Os dados meteorológicos referentes à temperatura e umidade observados no local durante o período experimental estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Dados meteorológicos coletados no interior da casa de vegetação durante o período experimental.

Meses/2010	Tmx	Tmn	Tmd	URmd
	°C			%
Janeiro	30,9	20,9	24,9	83,1
Fevereiro	32,2	21,8	25,9	78,7
Março	32,8	20,0	25,6	70,3
Abril	29,0	17,7	22,8	71,7
Maio	23,7	12,6	17,8	79,5

Tmx: Temperatura máxima; Tmn: Temperatura mínima; Tmd: Temperatura média; URmd: Umidade relativa média.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com parcela subdividida no tempo. As parcelas foram compostas por oito tratamentos: dois tipos biofertilizantes (bovino e suíno) em quatro doses (0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹ equivalente N) e as subparcelas por quatro períodos de cortes. Cada tratamento possuía seis repetições (vaso), totalizando 48 vasos plásticos (vedados para evitar lixiviação dos elementos minerais do solo) com capacidade para 9 dm³ de solo.

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Distroférrico segundo EMBRAPA, (2009) que apresentou as seguintes características: pH_{CaCl₂} = 4,3; P em resina = 0 mg.dm⁻³; K = 0,3 mmol.dm⁻³; Ca = 4,0 mmol.dm⁻³; Mg = 3,0 mmol.dm⁻³; Al+H = 94,0 mmol.dm⁻³; soma de bases = 7,3 mmol.dm⁻³; capacidade de troca de cátions 101,3 mmol.dm⁻³; saturação por bases = 7,2%; matéria orgânica = 47,1 g.dm⁻³; areia = 12,0%; silte = 72,7% e argila = 15,3%. Considerando os resultados da análise química do solo, realizou-se a calagem 60 dias antes do plantio no intuito de elevar a saturação de bases para 50%, sendo utilizados 1,96 g.dm⁻³ de Calcário Filer. Devido à baixa fertilidade do solo utilizado no experimento foi realizada uma adubação de formação para garantir o estabelecimento da forrageira. Foram aplicados 204 mg.dm⁻³ de N, 818 mg.dm⁻³ de P₂O₅ e 187 mg.dm⁻³ de K₂O, na forma de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A umidade dos vasos foi controlada a cada três dias, por meio da pesagem dos mesmos sempre visando manter o solo com 70% da capacidade de campo. A irrigação foi feita

com água destilada no intuito de evitar a interferência dos minerais presentes na água comum.

A semeadura foi realizada no dia 02 de janeiro de 2010, sendo semeadas dez sementes de *Brachiaria brizantha* cv Piatã por vaso e sete dias após a emergência, efetuou-se o desbaste, deixando-se apenas três plantas por vaso. O corte de uniformização foi realizado 45 dias após o plantio (17 de fevereiro de 2010) à 15 cm da superfície do solo. A partir desta data iniciou-se efetivamente o período experimental com a aplicação em dose única de e 0; 0,23 e 0,19; 0,45 e 0,38; 0,68 e 0,57 litros.vaso⁻¹ de biofertilizante bovino e suíno, respectivamente, que equivaleram as doses de 0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹ de N. Os biofertilizantes de bovino e suíno utilizados no experimento foram provenientes de biodigestores semi-contínuos operados com 30 dias de retenção hidráulica e suas composições estão apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2. Teores dos macro e micro-minerais contidos na matéria seca (MS) dos biofertilizantes de bovino e suíno utilizados no experimento.

Nutrientes (% da MS)	Bovino	Suíno
N	2,43	2,92
P	1,21	2,03
K	0,90	1,39
Ca	1,47	1,51
Mg	0,60	0,75
Na	0,29	0,28
Fe	0,15	0,12
Cu	0,03	0,51
Mn	0,01	0,02
Zn	0,03	0,11

Os cortes foram feitos de acordo com as recomendações de PEDREIRA et al. (2007) que estabelece 30 cm a altura de corte da planta e um resíduo de 15 cm. Por isso os cortes foram feitos em datas distintas (Tabela 3).

TABELA 3. Datas em que foram realizados os corte em função da dose de nitrogênio e os diferentes períodos de corte de *Brachiaria brizantha* cv Piatã.

Dose kg.ha ⁻¹ de N	Período			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
0	09/03/2010	02/04/2010	30/04/2010	04/06/2010
100	07/03/2010	31/03/2010	24/04/2010	31/05/2010
200	03/03/2010	28/03/2010	23/04/2010	30/05/2010
300	02/03/2010	25/03/2010	18/04/2010	26/05/2010

Para avaliar o valor nutritivo da forrageira o material ceifado foi desidratado em estufa de circulação forçada a 65°C por 48 horas e após seco moído em moinho de facas (peneira de 1mm). Após isso as amostra foram submetidas a análise de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose, lignina, proteína bruta (PB) e digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS).

Para determinar os teores dos macro e microminerais dos biofertilizantes foi realizada uma digestão em digestor Digesdahl Hach a base de ácido sulfúrico (H₂SO₄) e peróxido de hidrogênio (H₂O₂) a 50%. Com este extrato foi possível determinar dos teores de N, P, Ca, Mg, K, Na, Fe, Zn, Mn e Cu (APHA, 2005). O nitrogênio foi determinado conforme metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2006). Os teores de fósforo foram determinados pelo método colorimétrico utilizando-se espectrofotômetro HACH modelo DR-2000 (APHA, 2005). As concentrações de Ca, Mg, K, Na, Fe, Zn, Mn e Cu foram determinadas em espectrofotômetro de absorção atômica modelo GBC 932 AA (APHA, 2005). As determinações dos teores FDN, FDA, celulose, hemicelulose, lignina, PB e DIVMS foram realizadas seguindo metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2006).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, considerando como fontes de variação o tipo de biofertilizante, dose, o período de corte e a interação dos mesmos, testados a 1% de probabilidade. O efeito dose equivalente de nitrogênio foi avaliado por análise de regressão, o efeito do tipo de biofertilizantes foram comparados pelo teste F e os efeitos dos diferentes períodos de cortes foram avaliados por meio do teste de Tukey, a 1% de probabilidade. As análises foram feitas utilizando o procedimento GLM (SAS,

2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em virtude de ter sido adotado como critério de corte a altura da forrageira (30cm) e não um intervalo de tempo pré-estabelecido, houve diferenças nos intervalos entre os cortes conforme aumentaram as doses de nitrogênio no solo (Tabela 4). Os menores intervalos de corte foram observados na maior dose de N (300 kg de N.ha⁻¹), enquanto que os maiores intervalos de corte foram observados na menor dose de N (0 kg de N.ha⁻¹).

TABELA 4. Intervalo entre cortes (dias) em função da dose de nitrogênio e os diferentes períodos de corte de *Brachiaria brizantha* cv Piatã.

Dose kg.ha ⁻¹ de N	Período			
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
0	20	24	28	35
100	18	21	22	31
200	14	18	21	30
300	13	15	16	26

Não foram observadas diferenças ($P>0,01$) entre os tipos de biofertilizantes e nas interações biofertilizante x dose e biofertilizante x período de corte sobre os parâmetros avaliados. Desta forma pode-se afirmar que ambos os biofertilizantes, desde que aplicados de maneira padronizada (equivalente kg de N.ha⁻¹), podem ser empregados na adubação do capim-Piatã sem que isso altere o valor nutricional das plantas.

Já as doses de biofertilizantes (equivalente N) influenciaram ($P<0,01$) as proporções dos nutrientes contidos na MS das plantas (Figuras 1, 2 e 3).

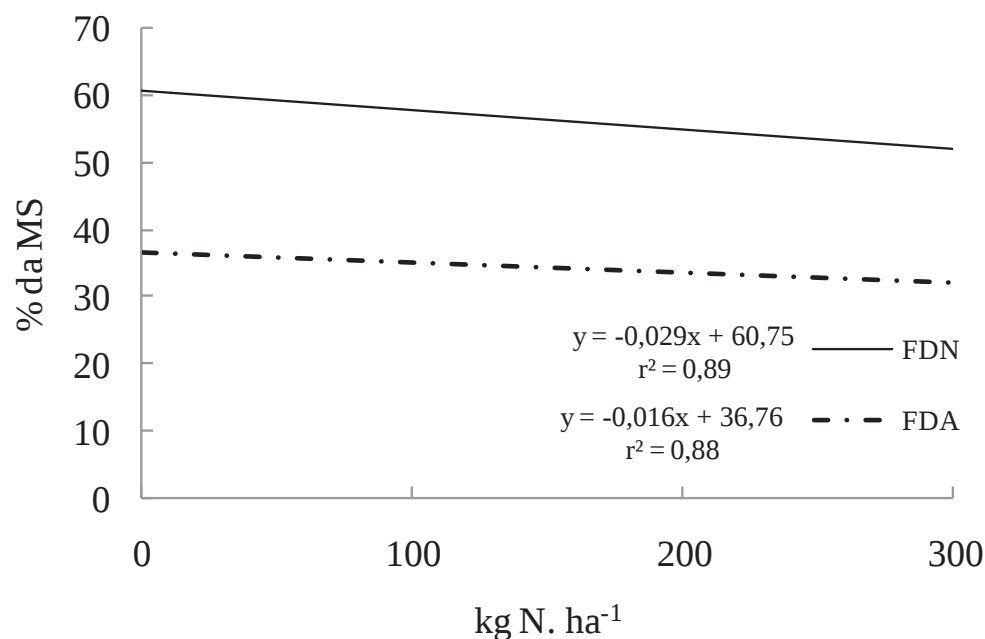


FIGURA 1. Teores FDN e FDA (% da MS) de *Brachiaria brizantha* cv Piatã empregando-se diferentes doses de nitrogênio. Significativo a 1%.

Ao analisar os teores de FDN para as doses de nitrogênio (Figura 1), constatou-se comportamento linear negativo ($y = -0,029x + 60,75$; $r^2 = 0,89$) de acordo com as doses crescentes de nitrogênio aplicadas no solo. Os teores de FDN variaram entre 52,05% e 60,75%, considerando-se a maior e a menor dose de nitrogênio aplicada, respectivamente. O comportamento linear negativo encontrado neste experimento foi semelhante aos resultados relatados por BENETT et al (2008) ao avaliarem as doses de 0, 50, 100, 150 e 200 kg de N.ha⁻¹.corte⁻¹ em *Brachiaria brizantha* cv Marandu, no entanto, os autores encontraram teores mais elevados de FDN para todas as doses avaliadas (variação de 64,65% a 69,70% de FDN), o que pode estar associado ao maior intervalo entre cortes utilizado pelos autores (30 dias).

VAN SOEST (1994) destacou a importância dos valores de FDN para verificar a qualidade das plantas forrageiras. O autor estabeleceu que teores de FDN superiores a 60% da MS associam-se negativamente à capacidade de consumo voluntário da forragem pelos animais e consequentemente, reduzem o desempenho animal. Neste experimento apenas o tratamento testemunha (0 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹) apresentaria limitação no consumo voluntário dos animais (FDN maior que 60%).

A fibra em detergente ácido (Figura 1), celulose, hemicelulose e lignina (Figura 2), também apresentaram um comportamento linear negativo a medida em que se utilizaram maiores doses de nitrogênio no solo.

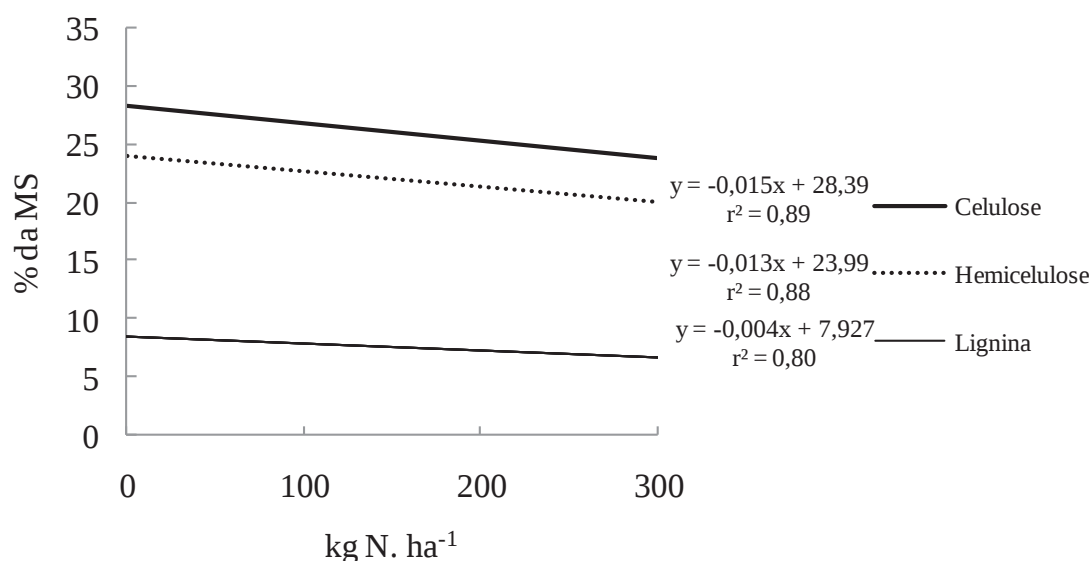


FIGURA 2. Teores de celulose, hemicelulose e lignina (% da MS) de *Brachiaria brizantha* cv Piatã em diferentes doses de nitrogênio. Significativo a 1%.

Os teores de FDA variaram segundo a equação de $y = -0,016x + 36,76$ ($r^2 = 0,88$), o que proporcionou concentrações de 31,96% e 36,76% (base na MS) para a maior e menor dose de nitrogênio aplicada, respectivamente. Esses resultados foram superiores aos obtidos por ROCHA et al. (2001) quando trabalharam com gramíneas do gênero *Cynodon* e semelhantes aos encontrados por MAGALHÃES et al. (2005) quando avaliaram doses crescentes de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹.ano⁻¹) e fósforo (0, 50 e 100 kg/ha/ano), em *Brachiaria decumbens*. Também, GARGANTINI (2005), ao empregar diferentes doses de nitrogênio (0, 25, 50 e 100 kg.ha⁻¹.ano⁻¹) na produção de capim-Mombaça, verificou decréscimo nos teores de FDA com aumento nas doses de N.

As equações de predição obtidas segundo os teores de celulose, hemicelulose e lignina foram: $y = -0,015x + 28,39$ ($r^2 = 0,89$), $y = -0,013x + 23,99$ ($r^2 = 0,88$) e $y = -0,004x + 7,92$ ($r^2 = 0,80$), respectivamente. Da mesma maneira que as doses de nitrogênio contribuíram para a redução das concentrações de FDN e FDA, também observaram-se diminuições dos constituintes destas frações. Segundo MAC ADAM et al (1989) o aumento da disponibilidade de nitrogênio

para as plantas leva ao incremento da produção de células (divisão celular), refletindo em maiores taxas de alongamento de folha e maior número de folhas por perfilho, aumentando assim a relação folha: colmo, o que consequentemente resultará na redução da fração fibrosa.

Segundo o mesmo autor o aumento na relação folha:colmo contribui para o incremento do teor de PB das forrageiras, melhorando assim o seu valor nutritivo. Este benefício foi observado neste trabalho (Figura 3), pois os teores de PB apresentaram um comportamento linear positivo à medida que aumentaram as doses de N aplicadas no solo.

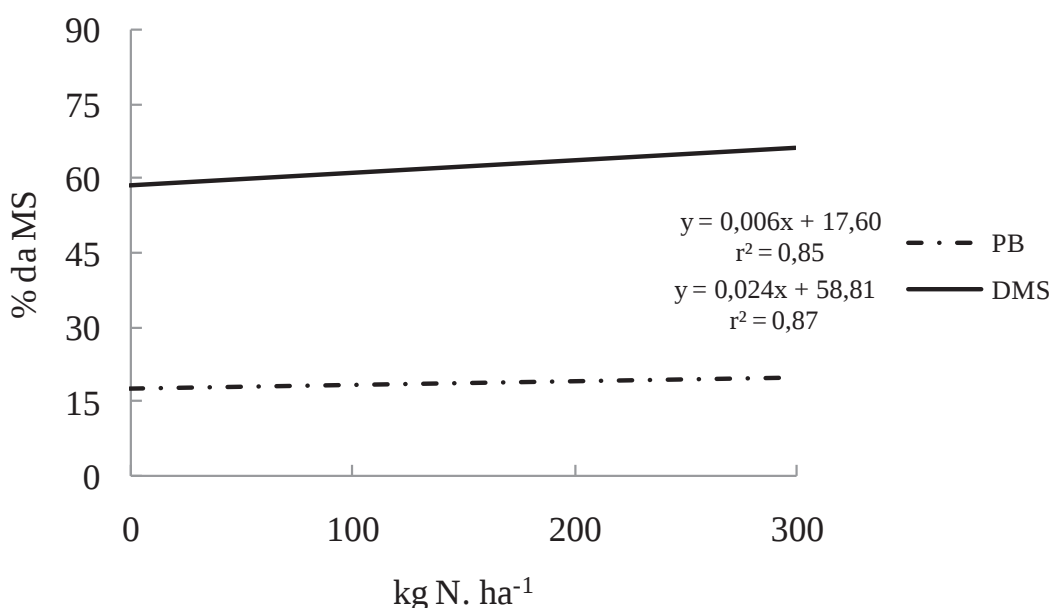


FIGURA 3. Teores de PB (% da MS) e coeficiente de digestibilidade da MS (DMS%) de *Brachiaria brizantha* cv Piatã em diferentes doses de nitrogênio. Significativo a 1%.

A equação $y=0,006x+17,60$ (r^2 0,85) descreve o comportamento PB observado no trabalho. As médias dos teores de proteína bruta variaram de 17,60% a 19,40% (base da MS) entre as doses de 0 e 300 kg de N.ha⁻¹, respectivamente. Estes valores foram superiores aos encontrados por BENETT et al (2008) ao estudarem o efeito das diferentes doses de nitrogênio em *Brachiaria brizantha* cv Marandu durante três cortes sucessivos. Os autores encontraram teores de PB de 10,65%, para o tratamento testemunha (0 kg de N.ha⁻¹) e 17,67% na maior dose de nitrogênio aplicada (200 kg de N.ha⁻¹). O motivo desta diferença pode estar associado à maior idade em que as plantas foram ceifadas (30 dias para o primeiro e segundo e 34 dias para o e terceiro

corte, respectivamente). Desta forma, os autores concluíram que os menores intervalos de corte contribuíram para que fossem observados altos teores de PB nas plantas avaliadas.

De acordo com os resultados referentes à DIVMS (Figura 3), observou aumento dos coeficientes de DIVMS com o aumento das doses de N no solo. Os coeficientes de digestibilidade observados foram de 58,81% para a dose 0 kg de N.ha⁻¹ e 66,01% para a dose de 300 kg de N.ha⁻¹. Este comportamento já era esperado e está de acordo com os resultados observados para os teores de PB e FDN, visto que há uma correlação entre essas variáveis. GOMIDE et al. (1969) encontraram correlação negativa entre a DIVMS e o teor de FDN ($r = -0,88$) e positiva com o teor de PB ($r = 0,89$), ou seja, quanto maior o teor de PB maior a DIVMS e quanto menor a DIVMS maior a porcentagem de FDN.

Foram observadas diferenças ($P < 0,01$) no valor nutritivo das plantas avaliadas nos diferentes períodos de corte (Tabela 5).

TABELA 5. Teores de FDN, FDA, celulose, hemicelulose, lignina, proteína bruta e digestibilidade da MS de *Brachiaria brizantha* cv Piatã em diferentes períodos de corte.

Parâmetros	Período				CV%
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	
FDN (% MS)	53,60b	53,80b	58,63a	59,32a	4,63
FDA (% MS)	31,79d	33,82c	34,85b	37,02a	4,38
Celulose (% MS)	23,53b	25,45a	25,81a	28,72a	7,15
Hemicelulose (% MS)	19,78b	22,01a	22,29a	22,78a	7,24
Lignina (% MS)	8,26d	8,37c	9,04b	9,30a	7,91
PB (% MS)	19,59a	17,01b	13,36c	11,51d	10,59
Digestibilidade MS (%)	61,43a	61,35a	59,34b	59,05b	7,98

Na linha letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Os teores de PB foram maiores no primeiro corte, possivelmente em decorrência das maiores temperaturas e fotoperíodo (Tabela 1) que favorecem o desenvolvimento vegetativo. O teor de PB reduziu no decorrer do experimento, fato que provavelmente possa ser explicado pela redução gradual da temperatura, fotoperíodo e diminuição da disponibilidade de nutrientes no solo (adubação em dose única no início do experimento). MEDEIROS et al (2007) também observaram maiores teores de PB nas planta de primeiro corte

em experimento iniciado no verão. Segundo os autores as altas temperaturas e fotoperíodo contribuem para aumentar a taxa de fotossíntese, propiciando um incremento na síntese de novos tecidos. No entanto à medida que os cortes se aproximavam do outono há um decréscimo na taxa de fotossíntese (ocasionado pela diminuição da temperatura e fotoperíodo), reduzindo os teores de PB e aumentando os teores de fibra. Outro fator que deve ser considerado é a maturação fisiológica das plantas, que ao completar seu ciclo fisiológico sofre aumento considerável dos constituintes fibrosos, principalmente de lignina (NORONHA, 2001).

Não foram observadas diferenças significativas na DIVMS entre o primeiro e segundo corte e entre o terceiro e quarto corte, no entanto foi observada a tendência de declínio à medida que ocorreram os cortes, sendo que os valores variaram de 59,05% no primeiro corte (verão) a 62,43% no quarto corte (outono). Pesquisas como as de ACUNHA & COELHO, (1997) e RIBEIRO et al., (1999) comprovaram que a proximidade da estação de inverno ocasiona declínio significativo na DIVMS em gramíneas forrageiras, devido a maior deposição de material lignificado nos tecidos vegetais. Tanto os coeficientes de DIVMS como os demais parâmetros avaliados nesta pesquisa foram semelhantes aos obtidos na literatura, sendo que as variações observadas durante os cortes ocorreram principalmente pelas variações estacionais.

CONCLUSÕES

O valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv Piatã melhora de forma crescente de acordo com as doses testadas, independente da fonte do biofertilizante utilizada (bovino ou suíno).

A queda na temperatura e a redução no fotoperíodo observados ao longo do experimento influenciam no valor nutritivo da forrageira testada, provocando redução da qualidade a medidas em que as plantas se aproximavam do inverno.

REFERÊNCIAS

- ACUNHA, J.B.V.; COELHO, R.W. Efeito da altura e intervalo de corte do capim-elefante-anão. I. Produção e qualidade da forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.32, n.1, p.117-122, 1997.
- ALVIM, M. J.; XAVIER, D.F.; VERNEQUE, R.S.; BOTREL, M.A. Resposta do tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.34, n.12, 1999.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 21.ed. Washington: American Water Works Association, 2005. 1368p.
- ASSMANN, T.S.; ASSMANN, J.M.; CASSOL, L.C.; DIEHL, R.C.; MANTELI, C.; MAGIERO, E.C. Desempenho da mistura forrageira de aveia-preta mais azevém e atributos químicos do solo em função da aplicação de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, n.31, p.1515-1523, 2007.
- BARNABÉ, M. C. **Produção e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos**. 2001. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.
- BENNETT, C.G.S.; SALATIÉR BUZZETTI, S.; SILVA, K.S.; BERGAMASCHINE, A.F.; FABRICIO, L.A. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1629-1636, 2008.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.
- GARGANTINI, P. E. **Irrigação e adubação nitrogenada em capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) na região oeste do Estado de São Paulo**. 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2005.
- GOMIDE, J.A.; OBEID, J.A.; RODRIGUES, L.R.A. Fatores morfofisiológicos de rebrota do capim-colonião *Panicum maximum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.8, p.532-562, 1969.
- LUPATINI, G. C. **Produção, características morfológicas e valor nutritivo**

de cultivares de *Brachiaria brizantha* submetidas a duas alturas de resíduo. 2010. 64 f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Botucatu, 2010.

MacADAM, J.W.; VOLENEC, J.J.; NELSON, C.J. Effects of nitrogen on mesophyll cell division and epidermal cell elongation in tall fescue leaf blades. **Plant Physiology**, v.89, p.549-556, 1989.

MAGALHÃES, A. F.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. Composição bromatológica do capim *Brachiaria decumbens* Stapf adubado com doses crescentes de nitrogênio e de fósforo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. CD-ROM.

MEDEIROS, L.T., REZENDE, A.V.R., VIEIRA, P. F., NETO, F.R.C., VALERIANO, A.R., CASALI, A.O., GASTALDELLO JUNIOR, A.L. Produção e qualidade da forragem de capim-marandu fertirrigada com dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.2, p.309-318, 2007

NORONHA, J.F.; ROSA, B. **Produção de leite no sistema de rotação de pastagem: viabilidade técnica e econômica**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2001. p.245-273.(Coleção Quíron, Série Agros, 3).

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

RIBEIRO, K.G.; GOMIDE, J.A.; PACCIULLO, D.S.C. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 2. Valor nutritivo ao do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.6, p.1194-1202, 1999.

ROCHA, G. P.; EVANGELISTA, A. R.; PAIVA, P. C. A Digestibilidade e fração fibrosa de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p396-407, 2001.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS system for Windows**. Versão: 8.2. Cary: 2001.

SILVA, D. J. QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Editora Universitária, 2006. 166p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminat**. 2.ed. Ithaca: Cornell

University Press, 1994. 476p.

CAPÍTULO 6 – IMPLICAÇÕES

O sistema de biodigestão anaeróbia vem sendo amplamente divulgado e recomendado pelos principais órgãos nacionais e internacionais de defesa do meio ambiente. Entretanto é necessária cautela no momento da implantação de um sistema de biodigestão anaeróbia, pois muitos pontos devem ser levados em conta para que possa ser construído um sistema eficiente de tratamento de efluentes. A construção de um sistema de biodigestão anaeróbia não deve atender a modelos fixos pois, no país encontram-se granjas com diferentes condições climáticas, animais alimentados com diferentes dietas e diferentes sistemas de limpeza e coleta de efluentes, fatores que interferem na qualidade do processo.

Os resultados encontrados neste trabalho demonstram que o TRH e a alimentação dos animais interferem diretamente sobre o processo de biodigestão anaeróbia, tornando os reatores menos eficientes e desta forma prejudicando o tratamento dos efluentes. Desta forma é importante levar em consideração o tipo de alimentação dos animais para que não ocorra subdimensionamento do sistema de tratamento dos resíduos.

O uso do biofertilizante na adubação do capim Piatã se mostrou favorável pois, o desempenho observado para as características avaliadas foram próximos ou maiores ao encontrados na literatura para plantas adubadas da maneira convencional. Desta forma os biofertilizantes podem ser utilizados na fertirrigação reduzindo a participação do fertilizante mineral no custo de produção e tornando a atividade mais sustentável.

O Brasil é um dos países que mais utilizam a biodigestão anaeróbia para o tratamento dos efluentes da produção animal, mas toda metodologia utilizada para o dimensionamento e cálculo dos potenciais de produção dos biodigestores brasileiros estão baseadas em trabalhos desenvolvidos fora do país, sob condições bem diferentes das brasileiras. O motivo disto são as poucas pesquisas nacionais nesta área, por isso o conteúdo deste trabalho, junto com os trabalhos futuros que deverão ser desenvolvidos, poderão ser utilizados como base para implantação de sistema mais eficiente de tratamento

de dejetos e posterior utilização do biofertilizante na adubação de vários tipos de culturas.

APÊNDICES



Figura 1. Vista parcial do comedouro, piso da baia e dos bovinos utilizados.



Figura 2. Vista parcial do comedouro, piso da baia e dos suínos utilizados.



Figura 3. Vista parcial dos biodigestor utilizado no experimento.



Figura 4. Perfilhos do capim Piatã antes do desbaste



Figura 5 . Perfilhos marcados após o corte de uniformização



Figura 6. Casa de vegetação e plantas antes do corte.



Figura 7. Corte do capim Piatã com resíduo de 15cm.