

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA FONTE PROTÉICA E DO TRATAMENTO FÍSICO
DO CONCENTRADO, NO DESEMPENHO DE BOVINOS EM
COMFINAMENTO E IMPACTO AMBIENTAL DOS DEJETOS**

Glauco Mora Ribeiro

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Amstalden Moraes Sampaio

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

Jaboticabal – São Paulo - Brasil
Março de 2006

R484e Ribeiro, Glauco Mora
Efeito da fonte protéica e do tratamento físico do concentrado, no desempenho de bovinos em confinamento e impacto ambiental dos dejetos / Glauco Mora Ribeiro. -- Jaboticabal, 2005
xvii, 77 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005

Orientador: Alexandre Amstalden Moraes Sampaio
Banca examinadora: Atushi Sugohara, Rymer Ramiz Tullio
Bibliografia

1. Biogás. 2. Bovinos de corte. 3. Extrusão. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2

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

unesp**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO: EFEITO DA FONTE PROTÉICA E DO TRATAMENTO FÍSICO DO CONCENTRADO, NO DESEMPENHO DE BOVINOS EM CONFINAMENTO E IMPACTO AMBIENTAL DOS DEJETOS.

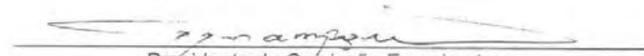
AUTOR: GLAUCO MORA RIBEIRO

ORIENTADOR: Dr. ALEXANDRE AMSTALDEN MORAES SAMPAIO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em ZOOTECNIA pela Comissão Examinadora:


Dr. ALEXANDRE AMSTALDEN MORAES SAMPATO
Dr. ATUSHI SUGOHARA
Dr. RYMER RAMIZ TULLIO

Data da realização: 03 de março de 2006.


Presidente da Comissão Examinadora
Dr. ALEXANDRE AMSTALDEN MORAES SAMPAIO

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GLAUCO MORA RIBEIRO – filho de Magali Mora de Oliveira e Mercio Ribeiro, nascido em 29 de outubro de 1971, na cidade de São Paulo – SP. Em fevereiro de 2000 ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – Unesp – Câmpus de Jaboticabal, graduando-se em julho de 2004, recebendo na solenidade de colação de grau o “Prêmio Zootecnia”, pela autoria do “melhor trabalho de iniciação científica do curso de zootecnia”. Em março de 2005 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, sendo contemplado com bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Em outubro de 2005 foi selecionado para ingressar no curso de Doutorado em Zootecnia, obtendo o primeiro lugar. Completou seu programa em Mestrado em março de 2006.

*“De que vale ganhar o mundo inteiro e vir
a perder a vida eterna”
(Mateus 16, 23)*

A minha esposa,

Como colocar em palavras toda a minha gratidão por tudo, não só pela vida conjugal e o amor compartilhado, mas pelo incentivo, auxílio no experimento, paciência nos períodos de nervosismo e mau-humor característicos de momentos próximos a defesa, pelas incansáveis correções a minha má redigida dissertação e por me chamar para Deus nos momentos de dispersão...como agradecer tudo isso em palavras, reconheço que não as encontro. Porque conseguir agradecer os não tão próximos, e não encontrar palavras para agradecer quem sempre está ao lado...na realidade isto acontece pelo simples motivo de que a gente não agradece a nós mesmos, eu não agradeço a mim mesmo quando escovo meus dentes, ou quando faço meu café. Não tenho como agradecer, nós somos um só “Por isso, o homem deixará seu pai e sua mãe e se unirá a sua mulher; e os dois formarão uma só carne”. Ana esse título é tanto meu quanto seu, eu te amo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao povo paulista e brasileiro, que através de seus impostos permitiu-me estudar gratuitamente.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias que me acolheu neste câmpus maravilhoso, o qual tornou-se minha segunda casa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelo conhecimento transmitido.

Ao Professor Atushi pelo incansável auxílio na condução deste experimento, ao Dr. Rymer pela disposição e pelas sugestões de correção deste trabalho e a Professora Jane pela participação nas bancas de defesa do projeto e qualificação.

Ao Professor Dilermando pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Professor Alexandre pela orientação e exemplo de vida.

Aos funcionários Serginho, Servidone e Renato, pelo auxílio nos experimentos.

Aos funcionários da fábrica de ração Sandra, sr. Osvaldo e Fernando, pelo exaustivo auxílio na extrusão dos concentrados utilizados.

Ao amigo Alexandre pela dedicação e ensinamentos e ao colega Bruno e Tiago pelo auxílio na condução do experimento.

Aos amigos Murote e Pedro, pelos momentos de alegria e descontração, tão importantes em nossas vidas.

Aos irmãos da Comnet, João Renato, Carlinha, Lú Maria, Michel e Tathy, ex-alunos da FCAV que sempre me incentivaram e rezaram pelo meu sucesso.

Aos meus pais Mercio e Magali (*in memoriam*), a minha avó Nilda e a meus irmãos Caio e César, pela confiança e amor.

Ao meu sogro João Carlos e cunhados Júlio e João Carlinhos, pelo apoio.

À todos que de alguma forma me ajudaram a alcançar mais esta realização.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiv
SUMMARY	xvi
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DA LITERATURA.....	4
Utilização de animais jovens em confinamento.....	4
Farelos protéicos no acabamento de bovinos.....	6
Processamento (extrusão).....	8
Estudos de metabolismo.....	10
Ultra-sonografia na avaliação de carcaças.....	11
Impacto ambiental dos dejetos em sistemas confinados.....	13
REFERÊNCIAS.....	16
 CAPÍTULO 2 - EFEITO DA FONTE PROTÉICA E DO TRATAMENTO FÍSICO NA TERMINAÇÃO E NO BALANÇO DE NUTRIENTES EM BOVINOS JOVENS	 28
RESUMO.....	28
INTRODUÇÃO.....	29
MATERIAL E MÉTODOS.....	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÕES.....	48
REFERÊNCIAS.....	48

CAPÍTULO 3 – EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES FONTES PROTÉICAS, EM CONCENTRADOS FARELADOS E EXTRUSADOS, SOBRE A EXCREÇÃO DE NUTRIENTES NOS DEJETOS DE BOVINOS E SEU POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS.....	53
RESUMO.....	53
INTRODUÇÃO.....	54
MATERIAL E MÉTODOS.....	58
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS.....	70
CAPÍTULO 4 - IMPLICAÇÕES.....	75
APÊNDICE.....	76

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

CAPÍTULO 2 - EFEITO DA FONTE PROTÉICA E DO TRATAMENTO FÍSICO NA TERMINAÇÃO E NO BALANÇO DE NUTRIENTES EM BOVINOS JOVENS

TABELA 1. Proporções dos ingredientes nas rações experimentais, em porcentagem da matéria seca, e suas características nutricionais.....	36
TABELA 2. Peso inicial e final (PI e PF) e ganho de peso corporal (GPC), kg/animal/dia, dos animais em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados.....	40
TABELA 3. Áreas de olho de lombo (AOL) iniciais e finais, e ganhos em área de olho de lombo(GAOL), em cm ² , dos animais em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados.....	42
TABELA 4. Espessura de gordura de cobertura (EGC) iniciais e finais, e ganhos de espessura de gordura de cobertura (GEGC), em mm, dos animais em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados.....	44
TABELA 5. Ingestão de matéria seca (IMS), ingestão de proteína bruta (IPB), taxa de eficiência protéica (EP) e conversão alimentar (CA) em kg de matéria seca (MS) por kg de ganho de peso corporal (GPC) dos animais em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados.....	45
TABELA 6. Balanços de nutrientes da matéria seca (BNMS), da proteína bruta (BNPB), da fibra em detergente neutro (BNFDN) e da fibra em detergente ácido (BNFDA), das rações utilizadas na terminação dos animais, em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados.....	46

CAPÍTULO 3 – EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES FONTES PROTÉICAS, EM CONCENTRADOS FARELADOS E EXTRUSADOS, SOBRE A EXCREÇÃO DE NUTRIENTES NOS DEJETOS DE BOVINOS E SEU POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS

TABELA 1. Proporções dos ingredientes nas rações experimentais, em porcentagem da matéria seca, e suas características nutricionais.....	60
TABELA 2. Componentes de cada substrato e teores de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) no abastecimento de biodigestores batelada, com dejetos de animais em terminação, em função dos tratamentos.....	63
TABELA 3. Balanço de nutrientes da matéria seca (BNMS), das rações utilizadas na terminação de animais, em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados.....	65
TABELA 4. Teores de macro minerais N, P, Ca, Mg, K e Na (g/100 g de MS) e de micro minerais Fe, Mn, Zn, Cu, Co (mg/100 g de MS) nos dejetos de animais em terminação, em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados.....	66
TABELA 5. Redução de sólidos totais (RST) e sólidos voláteis (RSV) nos dejetos de animais em terminação, em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados, após tratamento em biodigestor anaeróbio.....	67

CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES

APÊNDICE

APÊNDICE 1. Resultados da análise estatística para as seguintes variáveis: peso inicial e final, ganho de peso corporal (GPC), áreas de olho de lombo (AOL) iniciais e finais, ganhos em área de olho de lombo (GAOL), espessura de gordura de cobertura (EGC) iniciais e finais, ganhos de espessura de gordura de cobertura (GEGC), ingestão de matéria seca (IMS), taxa de eficiência protéica (EP), conversão alimentar (CA), balanço de nutrientes da matéria seca (BNMS), da proteína bruta (BNPB), da fibra em detergente neutro (BNFDN) e da fibra em detergente ácido (BNFDA), teores de macro minerais N, P, Ca, Mg, K e Na e de micro minerais Fe, Mn, Zn, Cu, Co, redução percentual de sólidos totais (RST) e sólidos voláteis (RSV) nos dejetos de animais em terminação, em função dos tratamentos, fontes protéicas, tratamentos físicos dos concentrados e interação fonte protéica x tratamento físico.....

77

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

CAPÍTULO 2 - EFEITO DA FONTE PROTÉICA E DO TRATAMENTO FÍSICO NA TERMINAÇÃO E NO BALANÇO DE NUTRIENTES EM BOVINOS JOVENS

FIGURA 1. Instalações e animais utilizados no experimento.....	35
FIGURA 2. Extrusora utilizada na confecção dos concentrados experimentais.....	36
FIGURA 3. Ganho de peso corporal diário (GPCD - kg/animal/dia) dos animais em função dos tratamentos, nos diferentes períodos....	42
FIGURA 4. Imagem ultra-sonográfica, representativa de um animal no início e ao final do período experimental.....	43
FIGURA 5. Ganho de área de olho de lombo (GAOL – cm ² /animal/período) dos animais em função dos tratamentos, nos diferentes períodos.....	43
FIGURA 6. Conversão alimentar (CA – kg de MS/Kg de ganho de peso) dos animais em função dos tratamentos, nos diferentes períodos.....	46

CAPÍTULO 3 – EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES FONTES PROTÉICAS, EM CONCENTRADOS FARELADOS E EXTRUSADOS, SOBRE A EXCREÇÃO DE NUTRIENTES NOS DEJETOS DE BOVINOS E SEU POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS

FIGURA 1. Biodigestores batelada de bancada, utilizados no ensaio de biodigestão.....	63
---	----

FIGURA 2. Produção acumulada de biogás em m ³ , produzido por dejetos de animais em terminação, em função dos tratamentos.....	68
FIGURA 3. Produção acumulada de biogás em porcentagem, produzido por dejetos de animais em terminação, em função dos tratamentos.....	69

CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES

APÊNDICE

EFEITO DA FONTE PROTÉICA E TRATAMENTO FÍSICO DO CONCENTRADO, NO DESEMPENHO E IMPACTO AMBIENTAL DOS DEJETOS DE BOVINOS EM CONFINAMENTO

Resumo - O ensaio foi conduzido na FCAV/ Unesp, utilizando 16 bovinos machos não castrados da raça Canchim, com peso médio inicial de 315 kg. Os animais foram alojados em baias individuais onde receberam os seguintes tratamentos: SF - concentrado farelado com farelo de soja; SE - concentrado extrusado com farelo de soja; AF - concentrado farelado com farelo de algodão; AE - concentrado extrusado com farelo de algodão. Como volumoso ofereceu-se a silagem de milho numa relação volumoso:concentrado de 50:50 com base na matéria seca. O período experimental foi de 112 dias. Os resultados foram avaliados num delineamento inteiramente casualizado, segundo esquema fatorial 2 x 2 (fontes protéicas x tratamentos físicos). As médias de ganho de peso, ganho em área de olho de lombo e ganho em espessura de gordura de cobertura, para os tratamentos SF, SE, AF e AE foram 1,64; 1,46; 1,35 e 1,35 kg; 20,24; 18,72; 22,88 e 16,21 cm²; 0,67; 0,58; 0,50 e 0,93 mm respectivamente, não apresentando diferença ($P>0,05$) entre qualquer um dos tratamentos. Na avaliação da conversão alimentar e eficiência protéica a análise estatística detectou diferença apenas entre fontes protéicas ($P<0,05$) com médias de conversão alimentar de 4,73 e 5,31 kg MS/kg PC e eficiência protéica de 1,78 e 1,59 kg PC/kg PB, respectivamente para os tratamentos com farelo de soja e farelo de algodão. As médias de balanço de nutrientes para MS, FDN e FDA para os tratamentos SF, SE, AF e AE foram 66,2; 66,7; 64,4 e 64,7%; 47,4; 43,3; 45,8 e 38,47% e 51,3; 45,2; 49,0 e 40,0% respectivamente, não apresentando diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos. Na avaliação PB a análise estatística detectou diferença entre tratamentos ($P<0,05$), sendo SE diferente de AF e AE. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos SF, AF e AE, sendo que as médias observadas foram de 55,1; 61,5; 53,1 e 52,5% para os

tratamentos SF, SE, AF e AE, respectivamente. Com relação aos macro e micro minerais analisados N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn Cu e Co, ao realizar-se as análises em função dos tratamentos observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) somente para o P com médias de 0,90; 0,94; 1,03 e 1,05 g/100 g de MS, para os tratamentos SF, SE, AF e AE, respectivamente. As fontes protéicas determinaram diferença significativa ($P < 0,05$) para os minerais P e Mg com médias de 0,92 e 1,04 g/100 g de MS e 0,55 e 0,59 g/100 g de MS, respectivamente para os concentrados com farelo de soja e farelo de algodão. O tratamento físico interferiu significativamente ($P < 0,05$) sobre os conteúdos de Ca, com médias de 0,39 e 0,43 g/100 g de MS, respectivamente para os tratamentos farelado e extrusado. Os dejetos somente produziram biogás de maneira efetiva entre o 70^o e 200^o dias.

Palavras-Chave: biogás, bovinos de corte, extrusão, farelo de soja, farelo de algodão, fezes, minerais.

EFFECT OF THE PROTEIN SOURCE AND PHYSICAL TREATMENT OF THE CONCENTRATE, IN THE FINISHING OF YOUNG BOVINES IN FEEDLOT AND ENVIRONMENTAL IMPACT

Summary - The present work was carried out in Beef Cattle Setor of FCAV/Unesp, being used 16 males bovines non castrated of the Canchim crossbreed with initial average body weight of 315 kg. The animals were housed in individual stalls where they received the following treatments: GS - grounded concentrate with soybean meal; ES - extruded concentrate with soybean meal; GC - grounded concentrate with cottonseed meal; EC - extruded concentrated with cottonseed meal. The exclusive houghage offered was the corn silage in a relationship of 50:50 in the dry matter basis. The experimental period was 112 days, sub-divided in four sub-periods of 28 days, which it was evaluated the variations of the body weight, loin eye area and the backfat. For the data statistical treatment, the arrangement used was the total randomized design, in a factorial scheme 2 x 2 (two protein sources x two physical treatments), being the averages compared by the Tukey test. The averages of daily weight gain, loin eye area and backfat gains, for the treatments GS, ES, GC and EC were 1.64, 1.46, 1.35 and 1.35 kg; 20.24, 18.72, 22.88 and 16.21 cm²; 0.67, 0.58, 0.50 and 0.93 mm respectively, not presenting difference ($P>0,05$) among the treatments. In the evaluation of the feed conversion the statistical analysis detected differences among protein sources ($P<0,05$) with averages of 4.73 and 5.31 kg DM/kg BW respectively for the treatments with soybean meal and cottonseed meal. The averages of DMB, NDFB and ADFB for the treatments GS, ES, GC and EC were 66.16, 66.66, 64.43 and 64.72%; 47.36, 43.30, 45.81 and 38.47% and 51.30, 45.24, 49.03 and 39.98% respectively, not presenting difference ($P>0,05$) among the treatments. In the evaluation CPB the statistical analysis detected difference among treatments ($P<0,05$) with averages of 55.13, 61.54, 53.14 and 52.51%, respectively for the treatments GS, ES, GC and EC. When the macro and micro minerals N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn Cu and Co were

analysed. There was only effect ($P < 0,05$) of treatments for P with averages of 0.90, 0.94, 1.03 and 1.05 g/ 100 g of DM, respectively for the treatments GS, ES, GC and EC. The protein sources determined difference ($P < 0,05$) to P and Mg with averages of 0.92 and 1.04 g/ 100 g of DM and 0.55 and 0.59 g/ 100 g of DM, respectively for concentrate with soybean meal and cottonseed meal. The physical treatments determined difference ($P < 0,05$) to Ca with averages of 0.39 and 0.43 g/ 100 g of DM , respectively for concentrate grounded and extruded. The dejections only effect biogas produced between 70^o and 200^o days.

Keywords: beef cattle, biogas, cottonseed meal, extrusion, feces, minerals, soybean meal.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

Estudos realizados pela Organização das Nações Unidas, citados pelo ANUALPEC (1999), estimavam que o Brasil poderia explorar 400 milhões de cabeças bovinas e produzir anualmente 30 milhões de toneladas de carcaça, mas apesar de gigantesco, o potencial da pecuária de corte nacional permanecia adormecido, fato que ainda hoje é realidade. Mesmo possuindo o maior rebanho comercial do mundo com cerca de 170 milhões de cabeças, os índices produtivos brasileiros ainda são muito ruins, apresentando, por exemplo, uma taxa de abate de 24 %, ficando atrás de Austrália (32%), Espanha (42%), Grécia (45%), Ucrânia (54%) entre outros (ANUALPEC 2004). Em decorrência disto, o país ocupa modestas posições na classificação mundial de eficiência produtiva. Ressalta-se porém, que mesmo produzindo aquém de sua capacidade estimada, a bovinocultura de corte atingiu o 2º lugar no *ranking* mundial em 2003, produzindo 6,0 milhões de toneladas de carne (USDA, 2003). Em 2004, de acordo com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), o país firmou-se como maior exportador de carne bovina, à frente de conceituados produtores como Estados Unidos, Austrália e Argentina. Atualmente o Brasil domina cerca de 15% do comércio internacional do produto.

Com relação a novos mercados consumidores, uma das grandes apostas do setor é a China, país para onde o Brasil iniciou suas exportações de carne no ano de 2005 e que poderá representar, em médio prazo, um mercado de US\$ 600 milhões, que representam quase 30% das exportações atuais. Acredita-se que já em 2005, a China tenha absorvido cerca de 10% das vendas externas brasileiras.

Destarte, é relevante considerar que o iminente crescimento da produção nacional deverá ser acompanhado da melhoria da qualidade de nossos produtos cárneos. Nesse contexto, são necessárias ações relacionadas à estruturação de uma cadeia mercadológica, sistemas de tipificação de carcaças e tecnificação da produção.

Boa parte da produção brasileira de gado é realizada em sistemas extensivos, que utilizam pastagens sem suplementação no período seco do ano, determinando o crescimento heterogêneo dos animais ao longo do tempo e conseqüentemente o abate de animais com idade avançada. A fim de diminuir a idade de abate e aumentar a eficiência produtiva dos animais deve-se utilizar as técnicas de produção disponíveis, entre elas, a engorda de bovinos em regime de confinamento, que utiliza quantidades razoáveis de concentrado por um curto período de tempo e possibilita ganhos em peso consideráveis. Para tal, deve-se utilizar preferencialmente animais jovens, já que estes possuem alta capacidade de ganho de peso e apresentam melhores conversões de alimentos em carne.

Aliado à preocupação com a idade dos animais deve estar a escolha dos ingredientes que irão compor as rações fornecidas aos animais. A fonte de energia deve ser alvo de atenção pela sua importância quantitativa, porém a fonte de proteína merece destaque especial, por tratar-se da fração nutricional de maior valor econômico. Entre as principais fontes de proteína estão os farelos oriundos da extração de óleo das sementes de plantas oleaginosas, destacando-se o farelo de algodão e o farelo de soja, ambos possuindo alto teor de proteína bruta, mas características individuais quanto ao perfil de aminoácidos, tipo de processamento e degradabilidade ruminal.

Um dos pontos a ser observado é o coeficiente de digestibilidade dos ingredientes e possíveis interações positivas ou negativas. Um alimento com baixo custo de aquisição e baixa digestibilidade, apresentará um alto custo de aquisição por nutriente digestível. Como citado acima, os alimentos possuem diferentes taxas de degradabilidade ruminal, de tal forma que dois alimentos com mesma quantidade de proteína podem propiciar aportes distintos de proteína dietética ao duodeno. A quantidade de proteína dietética que chegará ao duodeno, conhecida como proteína sobrepassante, também pode ser alterada utilizando-se processos físicos ou químicos no processamento das rações. Dentre os processos físicos pode-se relacionar a

tostagem, floculagem, laminação e extrusão, sendo o último, um processo que utiliza temperatura e pressão de forma conjunta, o que propicia modificação na estrutura quaternária da proteína e gelatinização dos grânulos de amido.

Outro fator importante relacionado à digestibilidade é a quantidade de fezes produzidas que será maior quanto menor for a digestibilidade, aumentando o impacto ambiental do sistema produtivo.

A preocupação com a degradação ambiental tem sido crescente em nossos tempos, e tem gerado a procura de modelos de produção animal mais próximos à sustentabilidade, ou seja, que causem menor impacto sobre o ambiente. Os modelos empregados na produção de proteína animal estão, na maioria das vezes, focados nos produtos nobres e os produtos classificados como resíduos (dejetos, camas, restos de alimentação) acabam sendo utilizados ou depositados indevidamente. Agregado a esse fato, a criação intensiva em determinados locais colabora para o agravamento dos problemas ambientais, devido à limitação de espaço físico para a deposição dos resíduos, aumento das emissões de CO₂ e CH₄, eutrofização das fontes de água e poluição do solo. Conseqüentemente, há um aumento do impacto ambiental e queda da lucratividade das unidades produtoras.

Neste contexto, a utilização de técnicas já existentes e a pesquisa de novas tecnologias de produção de carne são de vital importância para o incremento dos índices nacionais, levando à maior produção a um menor custo e com o mínimo impacto ambiental. Com base no exposto, conduziu-se este trabalho, objetivando estudar a eficiência de duas fontes protéicas (farelo de soja e farelo de algodão) e dois tratamentos físicos (farelado e extrusado), no desempenho de bovinos jovens da raça Canchim em regime de confinamento; efetuar um balanço de nutrientes das rações utilizadas; caracterizar os dejetos produzidos e avaliar o impacto ambiental através da quantificação de alguns minerais perdidos nas fezes, bem como estimar a produção potencial de biogás.

Revisão da Literatura

Utilização de animais jovens em confinamento

A carne bovina brasileira possui qualidade relativamente inferior quando comparada aos melhores produtos cárneos do mundo, pois a maior parte da produção nacional é de origem zebuína, com idade de abate elevada (24 a 30 meses em confinamento ou 36 a 48 meses em pastagens). Esse fato, dentre outros, como o resfriamento rápido das carcaças, faz com que a carne seja escura na gôndola do supermercado e dura no prato do consumidor (FELÍCIO, 1995). Isto indica a necessidade de utilização de técnicas de manipulação de carcaças modernas aliadas à utilização de animais jovens.

A baixa produtividade das pastagens brasileiras mantém a taxa de lotação em torno de 0,5 UA (unidade animal)/ha, e produção de 65 kg de peso vivo/ha/ano, aproximadamente. Isso caracteriza o cenário da pecuária nacional, onde a escassez de alimentos para o rebanho é um problema relevante (PIMENTEL, 1998). Esses índices de lotação e produção representam sistemas de produção em pastagens sem qualquer tipo de suplementação, onde o desempenho dos animais segue a curva de produção de forragens, fato demonstrado por SARTINI et al. (1980).

O regime de criação de bovinos em sistema de confinamento, utilizado estrategicamente, é prática comum em todo o mundo, com a terminação preferencial de animais jovens. Os bovinos jovens, especialmente os mestiços de raças especializadas na produção de carne, são mais eficientes na conversão alimentar, possuem maior ímpeto de crescimento e apresentam taxas progressivas de ganho de peso (SAMPAIO et al., 1998). Até a poucos anos, o confinamento no Brasil tinha como principal justificativa a possibilidade de permitir o aproveitamento do diferencial de preços do boi gordo, entre a safra e a entressafra, mas hoje em dia o confinamento deve ser encarado como uma alternativa estratégica para abater animais jovens, reduzir a lotação das pastagens, constituir reserva de alimentos e aumentar a escala de produção (BÜRGI, 2001). Ainda, a utilização em confinamento de quantidade elevada de concentrado por um curto período, além de proporcionar o envio ao abate de

animais jovens, diminui os efeitos negativos do tecido conjuntivo na maciez da carne (MILLER, 2001).

SCHOONMAKER et al. (2002) avaliaram o efeito da idade de entrada em confinamento de animais Angus x Simental, os quais foram confinados aos 111, 202 e 371 dias de idade. Os animais que entraram no confinamento com maior idade obtiveram médias de ganho de peso diário maiores, enquanto que os animais mais jovens obtiveram melhores médias de conversão alimentar.

De forma similar PACHECO et al. (2005) trabalharam com novilhos de dois grupos genéticos, sendo 5/8 Charolês + 3/8 Nelore e 3/8 Nelore + 5/8 Charolês, pertencentes a duas categorias de idade, jovens e superjovens, com abate em idade média de 23 e 15 meses, respectivamente. Os autores observaram maior ganho diário de peso para os animais denominados jovens, com ganho de 1,94 contra 1,52 kg dos animais superjovens. Por outro lado, os animais superjovens obtiveram conversão alimentar melhor que os animais jovens, com médias de 4,78 e 5,21 kg de MS/kg de ganho de peso, respectivamente.

TOWNSEND (1991) comparou o desempenho, em confinamento, de bezerros, novilhos de 22 e 34 meses e vacas de descarte e observou ganho médio diário de 0,92, 0,94, 1,09 e 1,01 kg, respectivamente, ou seja, valores muito semelhantes, com desempenho levemente melhor para o grupo de novilhos de 34 meses, seguido pelas vacas de descarte, novilhos de 22 meses e bezerros. Não obstante, ao verificar-se a conversão alimentar, os resultados dos animais jovens se destacam, sendo 4,7, 6,2, 7,3 e 8,4 kg de MS/kg de ganho de peso vivo, respectivamente para os bezerros, novilhos de 22, novilhos de 34 meses e vacas de descarte, mostrando a maior eficiência produtiva de animais jovens. Estes resultados são confirmados por QUADROS (1994) que utilizando bezerros, novilhos de 20 meses e vacas de descarte observou conversão alimentar de 5,24; 6,37 e 9,07 kg de MS/kg de ganho de peso vivo.

PEROTTO & MOLETTA (2004), utilizando vários grupos genéticos arraçoados com silagem de milho, milho grão moído e farelo de soja estudaram dois sistemas de produção em confinamento, onde os animais foram confinados com 8 a 10 meses (superprecoces) ou 18 a 20 meses (precoces). Os autores verificaram que os animais confinados no sistema precoce apresentaram maiores ganhos de peso 1,41 kg/animal

dia contra 1,18 kg/animal/dia do sistema superprecoce e melhor taxa de conversão alimentar, 6,73 contra 7,72 kg de MS/kg de ganho de peso corporal, do superprecoce.

TULLIO (2004) trabalhando com animais confinados de quatro grupos genéticos (Nelore, e seus cruzamentos com Canchim, Angus e Simental), inteiros ou castrados, confinados ou terminados em pastagens, onde utilizou silagem de milho ou pastagens de capim Coastcross como volumoso e concentrado a base de milho grão moído, farelo de trigo e farelo de soja, numa relação volumoso:concentrado média de 60:40, obteve médias de ganho de peso de 1,24 kg/animal/dia e área de olho de lombo final média de 76,20 cm².

SAMPAIO et al. (2002) trabalharam com animais Nelore x Canchim testando três sistemas de avaliação e obtiveram ganhos de peso médio de 1,50 kg/animal/dia com as rações confeccionadas pelos sistemas de proteína metabolizável e CNCPS e 1,13 kg/animal/dia com o sistema de proteína digestível no intestino. Enquanto CRUZ et al. (2001), trabalhando com animais Canchim não castrados em confinamento obteve ganho médio diário de 1,44 kg.

Farelos protéicos no acabamento de bovinos

A proteína que chega ao duodeno do animal é composta de proteína microbiana e da fração da proteína dietética que não sofreu degradação ruminal (ARC, 1994). Esse fato torna interessante o estudo de diferentes fontes protéicas na alimentação, pois de acordo com BEEVER et al. (1990) ao fornecer-se suplementos com proteína de baixa degradabilidade, a quantidade da proteína de origem dietética que chega ao intestino é maior. Desta forma, a escolha de diferentes fontes protéicas pode proporcionar desempenhos e custos diferentes.

De acordo com VEIRA et al. (1988) a fração protéica das silagens é relativamente solúvel no rúmen, mas a combinação com concentrados contendo farelo de soja ou farinha de peixes permite a melhora da qualidade da proteína que alcança o duodeno, o que promove aumento nas taxas de crescimento dos animais. O farelo de soja encontra-se no grupo de alimentos com maior degradação ruminal, proporcionando bons resultados. MAGLIOCCA et al. (1994) utilizando animais cruzados taurino x

zebuíno de 11 meses de idade, com 248 kg de peso corporal, alimentados com silagem de milho, milho em grão e farelo de soja, verificaram ganho de peso corporal de 1,31 kg/animal/dia e conversão alimentar média de 6,95 kg MS/kg de ganho de peso corporal.

CRUZ et al. (1996), utilizando animais Nelore e resultantes dos cruzamentos entre Nelore e Blonde d'Aquitaine, Canchim, Limousin e Piemontês, de 284 kg de peso corporal e idade aproximada de 15 meses, fornecendo ração com a proporção volumoso:concentrado de 50:50 composta de silagem de milho, milho em grão, farelo de soja e farelo de trigo, obtiveram ganhos de peso corporal de 1,47 kg/animal/dia e conversão alimentar média de 6,00 kg MS/kg de ganho de peso corporal.

Outro grupo de alimentos existente é o composto por alimentos com menor degradabilidade ruminal. Dentro deste grupo encontra-se o farelo de algodão caracterizado por ser uma fonte protéica de menor degradação ruminal, boa disponibilidade, preço acessível e grande importância para o gado de corte, com pouca avaliação nacional para a produção de animais jovens (BRITO, 1997).

FERREIRA et al. (1989 a,b), utilizando animais cruzados de 356 kg de peso corporal e idade média de 32 meses, observaram ganhos de peso de 1,22 e 1,09 kg/animal/dia, respectivamente e conversão alimentar de 8,69 e 9,62 kg MS/kg ganho de peso corporal. Segundo VIEIRA (1975), alguns resultados moderados podem ocorrer em função da idade avançada dos animais, uma vez que o crescimento do animal é representado por dois segmentos distintos. O primeiro, crescimento rápido até a puberdade e o segundo, crescimento lento da puberdade à maturidade.

Já SAMPAIO et al. (1998) trabalharam com animais não castrados $\frac{3}{4}$ Canchim + $\frac{1}{4}$ Nelore, com idade média de sete meses e peso corporal médio de 208,80 kg, utilizaram rações contendo farelo de algodão, farelo de soja e soja integral, como fonte protéica e obtiveram ganhos de peso corporal de 1,30, 1,34 e 1,07 kg/animal/dia e conversão alimentar de 6,82, 6,15 e 6,35 kg de MS/kg de ganho de peso corporal, respectivamente aos tratamentos citados.

GESUALDI JUNIOR et al. (2005) trabalharam com bovinos das raças Caracu e Nelore, com o objetivo de validar os sistemas de formulação de dietas de Viçosa, CNCPS e NRC. Para isto forneceram rações com relações volumoso:concentrado de

50:50 com base na matéria seca, utilizando o farelo de algodão como principal fonte protéica do concentrado. Os ganhos médios de peso foram de 1,00 kg/animal/dia.

Processamento (extrusão)

A escolha de fontes adequadas de proteína é extremamente importante, devido às diferentes taxas de degradabilidade que possuem, como exposto anteriormente. Outro fator que pode alterar a degradabilidade da proteína é a utilização de tratamentos físicos e químicos, tais como extrusão e peletização, os quais tem sido foco de pesquisas que objetivam incrementar a eficiência da utilização dos alimentos e melhorar o aproveitamento do potencial dos animais.

Segundo O'CONNOR (1987), a extrusão consiste num processo de cozimento à alta pressão, umidade e temperatura, em curto espaço de tempo. Estes procedimentos diferenciam a extrusão de outros tratamentos utilizados no processamento de dietas, tais como peletização, floculação ou tostagem.

De acordo com SPIESS & SCHUBERT (1990) as propriedades químicas e físicas do alimento extrusado são dependentes do tratamento térmico durante o processamento, podendo-se deixá-lo por maior ou menor tempo sob alta temperatura, a fim de melhorar a qualidade do produto. Os mesmos autores afirmam que reguladores de pressão podem ser utilizados e que de maneira geral a pressão pode ser alterada variando-se a velocidade da rosca, o teor de umidade e a adição de óleo.

BAIRD & REED (1989) afirmaram que para proporcionar melhor rendimento no processamento, maior uniformidade, eficiência no cozimento e expansão, é necessário que os ingredientes a serem extrusados passem por trituração até que as partículas geradas sejam homogêneas e de tamanho reduzido.

As principais matérias primas utilizadas na extrusão de alimentos para os animais domésticos são farinhas ou farelos, que contêm carboidratos e proteínas, aos quais podem ser adicionados açúcar, gordura, minerais, vitaminas, aminoácidos, água e pigmentos (BERTIPAGLIA, 2002). Os nutrientes contidos nestes alimentos sofrem diferentes alterações no processo de extrusão.

A proteína bruta, que de acordo com SILVA (1998) envolve um grande grupo de substâncias que apresentam características semelhantes e funções fisiológicas diferentes, tem sua estrutura terciária e quaternária alteradas pelo calor, sendo que a intensidade de desnaturação da proteína pode ser estimada pela medida de mudanças na solubilidade do nitrogênio (CAMIRE, 1991).

A destruição de componentes antinutricionais nos ingredientes extrusados melhora seu valor nutricional, porém limites de temperatura devem ser considerados no que se refere aos aminoácidos (FELLOWS, 1992). De acordo com ALDRICH et al. (1997), a digestibilidade total dos aminoácidos da soja integral "in natura" foi menor que da soja integral extrusada, sendo 81,90 e 90,20%, respectivamente.

O processo de extrusão causa gelatinização, que é um processo irreversível, quando há expansão dos grânulos de amido, sendo que a temperatura favorável a gelatinização está entre 60 e 80°C. Na expansão, o grânulo de amido normalmente duplica ou triplica seu tamanho original, dependendo das condições de processamento, conteúdo de água e amido dos ingredientes da mistura (HAYTHORNTHWAITE, 1986). Já segundo THOMAS et al. (1988), o vapor é a principal fonte de alteração do amido, caracterizada pela sua gelatinização. Quanto maior a pressão de vapor, maior será o grau de gelatinização.

As rações e matérias-primas extrusadas promoveram aumento de peso e eficiência em animais, melhorando, em muitos casos, a palatabilidade das rações de forma significativa (ANDRIGUETO et al., 1981). WALHAIN et al. (1992) trabalhando com animais Belgian Blue canulados estudaram a influência da extrusão sobre o desaparecimento da proteína e amido de ervilha (*Pisum sativum*) e verificaram diminuição de 25% na degradabilidade da proteína ao contrastar alimentos farelados e extrusados.

GAEBE et al. (1998) estudaram o efeito da extrusão sobre a fração energética do concentrado. Os autores confinaram 92 animais mestiços durante 110 dias e utilizaram dois tipos de grãos (sorgo ou milho) extrusados ou não, e verificaram um ganho de peso diário maior para as rações contendo milho e não extrusadas. As médias obtidas foram de 1,61; 1,44; 1,11 e 1,08 kg/animal/dia, respectivamente para os tratamentos: milho não extrusado, sorgo não extrusado, sorgo extrusado e milho extrusado.

AMARAL (2002) trabalhou com caprinos pós-desaleitamento estudando o desempenho e a digestibilidade de rações totais em três formas físicas (farelada, peletizada e extrusada), obteve melhores ganhos diários para o tratamento com ração total peletizada seguida da extrusada e farelada. A digestibilidade da matéria seca e proteína bruta não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$).

Estudos de metabolismo

Na nutrição, a quantidade e qualidade dos alimentos ingeridos possuem importância fundamental para atingir-se o potencial máximo de produção dos animais, para tanto, é necessário conhecer-se o valor nutritivo dos alimentos, que está relacionado com a composição química, digestibilidade e ingestão (AMARAL, 2002).

A digestibilidade dos nutrientes da ração indica, mesmo que não exatamente, a capacidade do alimento em ser aproveitado pelo animal (MINSON, 1982). De acordo com FORBES (1995), a digestibilidade ruminal é produto do tempo de retenção no rúmen pelas características de degradação do alimento. As partículas maiores e menos densas dos alimentos permanecem por mais tempo no rúmen, por isso são digeridas em sua máxima extensão possível, ou seja, seu potencial de digestibilidade. No entanto, fatores como níveis de alimentação e capacidade ruminal causam variações no tempo de permanência do alimento neste compartimento e conseqüentemente, em sua digestibilidade. O aumento na taxa de passagem, que ocorre na ingestão de alimentos mais finamente moídos, acarreta maior consumo, porém a digestibilidade é reduzida, em função do menor tempo que o alimento permanece no trato digestivo.

JOHNSON & BERGER, citados por MERCHEN et al. (1986), em trabalho de revisão, indicaram que o aumento no nível de consumo comumente resulta em decréscimo na proporção de matéria orgânica aparentemente digerida no rúmen. FIRKINS et al. (1986) trabalharam com novilhos Hereford submetidos a dois níveis de consumo (9,10 e 6,10 kg de MS/animal/dia), e observaram que as digestibilidades ruminais aparentes de matéria orgânica e fibra em detergente neutro foram menores nos animais submetidos a altos níveis de consumo em relação aos baixos níveis.

SAMPAIO et al. (2000) estudaram a digestibilidade de rações contendo três fontes protéicas, levedura, uréia e farelo de algodão, numa relação volumoso:concentrado de 40:60 e verificaram médias de digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta de 58,50; 60,30 e 62,50% e 50,40; 46,40 e 60,90%, respectivamente para os tratamentos com farelo de algodão, levedura e uréia.

HENRIQUE et al. (2003) estudaram os coeficientes de digestibilidade em rações com 20% de silagem de milho e 80% de concentrado na matéria seca e verificaram valores de digestibilidade média de 71,83; 65,28; 63,51 e 46,33% , respectivamente para matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido.

SUGOHARA et al. (2004) estudaram a degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal “in vitro” da proteína bruta do farelo de soja “in natura” peletizado e extrusado, utilizando para isso cinco ovinos cânulados. Estes autores observaram que apesar da quantidade de proteína degradável no rúmen ser alterada pela extrusão, passando de 58,60% para 34,10% da MS, as médias de digestibilidade total da proteína bruta não diferiram entre si ($P>0,05$) com valores de 96,30 e 95,50%, respectivamente para farelo de soja “in natura” e extrusado.

CAVALCANTE et al. (2005) estudaram a digestibilidade, em novilhos Holandês x Zebu recebendo dietas contendo quatro níveis de proteína bruta, com relação volumoso:concentrado de 35:65 e verificaram médias de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de 63,33; 73,28 e 53,82%, respectivamente, para a ração com 13,50% de proteína bruta.

Muitas vezes animais com melhor desempenho possuem maior consumo de MS, porém sem um estudo de digestibilidade, não será possível verificar a real utilização, pelo animal, do alimento consumido. Isto conduz a necessidade de avaliações de digestibilidade em complemento a estudos de desempenhos.

Ultra-sonografia na avaliação de carcaças

O uso do ultra-som foi divulgado pela primeira vez por WILD na década de 50, citado por HOUGHTON & TURLINGTON (1992), que declarou que a tecnologia de

ultra-som é não-destrutiva e humanitária, possibilitando meios de quantificar músculos e tecidos gordurosos em animais vivos. Ainda de acordo com HOUGHTON & TURLINGTON (1992), o procedimento de ultra-som envolve a aplicação de óleo na área do corpo a ser medida, colocando-se em seguida um sensor ou transdutor na área escolhida. O princípio básico do ultra-som é a medida do eco projetado pelos tecidos. Após a colocação do transdutor em contato com o animal, o equipamento de ultra-som emite pulsos na forma de ondas de som de alta frequência. Estas ondas viajam pelo corpo do animal e são refletidas de acordo com as diferentes densidades dos tecidos. As imagens transmitidas pelas ondas de ultra-som são convertidas pelo transdutor em pulsos elétricos, os quais tornam-se imagens na tela do equipamento, onde efetuam-se as mensurações das medidas apropriadas.

As informações disponíveis indicam que, quando utilizado e interpretado corretamente, o ultra-som pode ser muito útil na comparação da composição corporal de animais vivos, como, por exemplo, no acompanhamento de animais em engorda (BRETHOUR, 2000), ou ainda, melhorando a precisão dos testes de progênie, garantindo maior segurança nos investimentos realizados no setor da pecuária bovina (BERGEN et al., 1997).

Sobre a confiabilidade das mensurações, BRETHOUR (1992) em estudo com 580 animais e avaliação antes do abate e ao final do processo, estimou correlação de 0,97 entre as medidas. SILVA et al. (2001) em estudo com 22 novilhos confinados, da raça Nelore com 24 meses de idade realizaram mensurações da área de olho de lombo e da espessura de gordura de cobertura, pré abate (por meio de ultra-sonografia) e pós abate (após 24 horas de resfriamento) e obtiveram coeficientes de correlação de 0,74, para área de olho de lombo e 0,87 para espessura de gordura de cobertura.

ARRIGONI (2003), em trabalho realizado com 115 bezerros de quatro grupos genéticos, concluiu que a técnica ultra-sonográfica apresentou precisão relativamente menor na predição da área de olho de lombo (AOL), em relação as medidas de espessura de gordura de cobertura de bovinos jovens em confinamento, as quais apresentaram alta precisão. Ressaltou ainda, que este erro na predição da AOL não se deveu necessariamente à falha na técnica ultra-sonográfica, podendo ter sido causado por diferenças naturais entre as medidas tomadas na carcaça e no animal vivo.

FERNANDES et al. (2004) acompanharam o desenvolvimento muscular através da área de olho de lombo e a deposição de gordura de cobertura entre a 12^a e 13^a costelas, através de imagens ultra-sonográficas, em bezerras Canchim com idade média de seis meses e 220 kg de peso corporal, recebendo concentrados com diferentes níveis de proteína degradável no rúmen (PDR) em relação aos nutrientes digestíveis totais (NDT). Os autores observaram variação média de 5,04 cm² e 0,84 mm para área de olho de lombo e deposição de gordura de cobertura, respectivamente.

CERQUEIRA et al. (2004) em continuidade ao trabalho anterior, estudou o efeito dos mesmos tratamentos em fêmeas com idade média de 11 meses e 285 kg de peso corporal, verificando variação média de 12,88 cm² e 2,52 mm para área de olho de lombo e deposição de gordura de cobertura, respectivamente.

Mais recentemente, TAROUCO et al. (2005) utilizaram 162 animais Braford, avaliando-os por meio de ultra-som, a fim de estimar a espessura de gordura subcutânea e a área do músculo *longissimus* no sítio anatômico entre a 12^a e 13^a costelas. Para tanto, efetuaram medidas 24 horas ante do abate, e os coeficientes de correlação simples entre as características medidas por ultra-som e a espessura de gordura subcutânea e área do músculo *longissimus* da carcaça foram de 0,95 e 0,97, respectivamente.

A literatura mostra ainda resultados variados quando se utiliza a técnica ultra-sonográfica para avaliação de parâmetros relacionados à carcaça de bovinos. Deve-se atentar para os detalhes na aplicação da técnica, como viscosidade do óleo a ser colocado entre a *probe* e a pele do animal, correta tricotomia, boa contenção do animal e treinamento do operador. McLAREM et al. (1991), em seus trabalhos, observaram que os maiores componentes de erros estão ligados aos operadores mal treinados ou quando vários técnicos fazem a leitura e interpretação da imagem.

Impacto ambiental dos dejetos em sistemas confinados

Considerando-se a crescente preocupação com o impacto ambiental gerado pela produção animal, de maneira especial pela destinação incorreta dos dejetos provenientes de tal produção, deve-se aprofundar os estudos referentes à questão.

De acordo com HIRATA et al. (1990) a quantidade de excretas de um bovino adulto pode variar de 0,67 a 3,30kg de matéria seca por dia. MARSH e CAMPLING (1970) obtiveram médias entre 19 e 40 kg de fezes frescas/animal/dia. Vários fatores estão envolvidos com a quantidade de fezes excretadas por bovinos, dentre eles a idade, peso, nível de produção, estado fisiológico e o sistema de produção que pode ser a pasto, semi-confinamento ou confinamento (VAN HORN et al., 1994).

Deve-se, portanto, realizar estudos com o propósito de atender da melhor maneira possível os requerimentos nutricionais dos animais. Conforme afirmou TEIXEIRA (2004), o fornecimento de dietas que atendam às exigências nutricionais pode evitar prejuízos econômicos e ambientais, reduzindo o desperdício de nutrientes e minimizando a deposição de poluentes no ambiente. DOU et al. (1996) relataram que ao alimentarem vacas com rações formuladas tomando por base a partição de frações de carboidratos e proteínas, obtiveram redução de 33% na excreção de N e acréscimo de 10% na produção de leite.

De acordo com TAMMINGA (1996), do total de nitrogênio ingerido por uma vaca leiteira, 75 a 85% será excretado através da urina e fezes. O autor exemplifica que uma vaca consumindo 88 kg de N por ano, utilizará 33,00 e 4,00kg deste aporte, respectivamente para a produção de leite e tecido muscular, sendo o restante de 51kg perdido nas excretas.

A alta produção nacional associada à intensificação da produção pela utilização de confinamentos, gera a limitação de áreas para deposição dos dejetos, aumenta a eutrofização de fontes de água, poluição do solo e emissão de CO₂ e CH₄ (GÜNGÖR – DEMIRCI e DEMIRER, 2004).

Segundo estimativa considerada pelo ANUALPEC (2003), em 2012 o rebanho bovino do estado de São Paulo contará com 11.463.793 animais e o plantel brasileiro terá 181.834.388 animais. Estes números somados com a produção de 0,02 a 0,03 toneladas de CH₄/animal, estimada por MINAMI e TANAKA (1997), apontam para a produção de cerca mais de 300 mil toneladas de CH₄ produzidas com a fermentação dos dejetos de bovinos, somente no estado de São Paulo.

Além disso, a perda do potencial energético dos dejetos na forma de metano, implica na redução dos lucros obtidos com a atividade, já que o gás poderia estar

colaborando para a redução do uso de outras fontes de energia no processo produtivo animal.

Ainda, o impacto pode ser agravado na dependência das condições ambientais pois uma fração considerável do nitrogênio orgânico pode perder-se por volatilização na forma de NH_3 ou transformar-se em nitrato (NO_3) por ação dos microorganismos (KELLEHER et al., 2002). A presença de micronutrientes nos dejetos também deve ser avaliada, pois podem causar problemas de fitotoxicidade no solo, ou ainda ao percolarem ou serem levadas pela água da chuva, contaminarem cursos d'água (NICHOLSON et al., 1999).

A extensão do impacto causado pode ser minimizada com a utilização de sistemas de reciclagem de nutrientes dos dejetos. A biodigestão anaeróbia é eficiente no tratamento e reciclagem dos dejetos, pois além de gerar o biofertilizante e produzir o biogás, fonte de energia alternativa AL-MASRI (2001), ainda estabiliza a matéria orgânica e reduz ou elimina os coliformes.

A produção de biogás resultante da fermentação de 1 kg de esterco bovino fica entre 0,036 a 0,042 m^3 , sendo suficiente para atender a demanda de biogás diária por habitante da zona rural, que está entre 0,023 e 0,043 m^3 (RAMACHANDRA et al., 2004). Outro ponto a ser destacado é que após a queima do CH_4 , gerado pela biodigestão, tem-se como resultado a liberação de CO_2 , e sabe-se que a contribuição do metano para o efeito estufa é trinta vezes maior que o CO_2 , devido a maior intensidade de absorção de energia infra-vermelha (JOHNSON et al., 1991).

De acordo com CAEEB (1981), a aplicação de biofertilizante no solo apresenta as seguintes vantagens: a) melhoria na estrutura do solo, especialmente nos solos argilosos, permitindo maior oxidação da matéria orgânica pelos microorganismos do solo; b) maior capacidade de retenção de água, aumentando a umidade do solo, minimizando os efeitos da estiagem sobre o crescimento das plantas; c) introdução de grande número de bactérias e protozoários, aumentando a velocidade de decomposição da matéria orgânica, e a disponibilidade de nutrientes para as plantas; d) introdução de alguns minerais importantes para o crescimento das plantas.

AHRING et al. (2001) definiram que o esterco bovino é capaz de gerar substratos que sustentam, por si só, o desenvolvimento da biodigestão anaeróbia por conter

carboidratos, proteínas e gorduras. Estes constituintes serão hidrolizados e fermentados até que ocorra a produção de ácidos graxos de cadeias curtas (como acetato, propionato, butirato, isobutirato entre outros), álcoois, hidrogênio e dióxido de carbono, que na seqüência serão convertidos em metano e dióxido de carbono.

A digestão anaeróbia se caracteriza como um processo natural, que ocorre na ausência de oxigênio molecular, onde um consórcio de diferentes populações de microorganismos interagem estreitamente para promover a transformação de compostos orgânicos complexos em produtos mais simples, resultando principalmente nos gases metano e dióxido de carbono (STEIL, 2001).

O processo de biodigestão pode ser influenciado por uma série de fatores que favorecem ou não a partida do processo. FORESTI et al. (1999) citou o fator temperatura; SPEECE (1996) relatou as alterações de pH, que segundo ele deve estar entre 6,5 e 8,2 para evitar-se a inibição da metanogênese; e DAMIANOVIC (1992) referiu-se a disponibilidade de certos nutrientes. A biodigestão anaeróbia também pode ser influenciada pela presença de compostos potencialmente tóxicos nos resíduos originados na produção animal, como administração de antibiótico aos animais e uso de desinfetantes e pesticidas que podem ser carregados com os dejetos pela lavagem (AMORIM, 2005). Outro aspecto importante é o teor de sólidos totais (ST). LUCAS JUNIOR et al. (1993) encontraram melhor produção de biogás em biodigestores batelada quando o teor de ST ficava em torno de 8%.

Referências

AHRING, B. K.; IBRAHIM, A. A.; MLADENOVSKA, A. Effect of temperature increase from 55 to 65° C on performance and microbial population dynamics of an anaerobic reactor treating cattle manure. **Water Research**, Amsterdam, v. 35, n. 10, p. 2446-2452, 2001.

ALDRICH, C. G. et al. Assessement of postruminal amino acid digetibility of roasted and extruded wholesoybeans with the precision fed rooter assay. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 4, p. 3046-3051, 1997.

AL-MASRI M. R. Changes in biogas production due different ratios of some animal and agricultural wastes. **Bioresource Technology**, Texas, v. 77, n. 1, p. 97-100, 2001.

AMARAL, C. M. C. **Extrusão e peletização de ração completa**: efeitos no desempenho, na digestibilidade e no desenvolvimento das câmaras gástricas de cabritos Saanen. 2002. 57 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

AMORIM, A. C. **Avaliação do potencial de impacto ambiental e do uso da compostagem e biodigestão anaeróbia na produção de caprinos**. 2005. 129 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

ANDRIGUETO, J. M. et al. **Nutrição animal**: as bases e os fundamentos da nutrição animal. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1981. v. 1, p. 23-26.

ANUALPEC 99: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: FNP Consultoria, 1999. p. 413.

ANUALPEC 2003: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: FNP Consultoria, 2003. p. 86.

ANUALPEC 2004: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: FNP Consultoria, 2004. p. 86.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**, Wallingford: CAB International, 1994. 351 p.

ARRIGONI, M. D. B. **Eficiência produtiva de bovinos de corte modelo biológico superprecoce**. 2003. 428 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

BAIRD, D. G.; REED, C. M. **Transport properties of food doughs: extrusion cooking**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1989. p. 203-234.

BEEVER, D. E. et al. The effect of fish meal on the digestion of grass silage by growing cattle. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 63, n. 3, p. 489-502, 1990.

BERGEN, R. D. et al. Use for real-time ultrasound to evaluate live animal carcass traits in Young performance-tested beef bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 9, p. 2300-2307, 1997.

BERTIPAGLIA, L. M. A. **Avaliação dos efeitos das temperaturas de extrusão em misturas de soja integral e milho**. 2002. 134 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

BRETHOUR, J. R. The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 70, n. 5, p. 1039 – 1044, 1992.

BRETHOUR, J. R. Using receiver operating characteristics analysis to evaluate the accuracy in predicting future quality grade from ultrasound marbling estimates on beef calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 9, p. 2263-2267, 2000.

BRITO, R. M. de. **Efeito da suplementação protéica sobre o crescimento e terminação de mestiços Canchim pós desmama em confinamento**. 1997. 64 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

BÜRGI, R. A produção animal na visão dos brasileiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 2001. p 276 - 283.

CAMIRE, M. E. Protein functionality modification by extrusion cooking . **JAACS**. Columbus, v. 68, n. 2, p. 200-205, 1991.

CAVALCANTE, M. A. B. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo e digestibilidades total e parcial dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2200-2208, 2005. Suplemento.

CERQUEIRA, A. A. et al. Crescimento de novilhas Canchim alimentadas com silagem de milho e diferentes relações PDR:NDT. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v. 20, n. 3, p. 266-275, 2004.

CRUZ, G. M. et al. Desempenho em confinamento e características da carcaça de machos cruzados abatidos com diferentes pesos, para a produção do Bovino Jovem In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1996, Fortaleza. **Anais...**Fortaleza: SBZ, 1996. p. 203-205.

CRUZ, G. M. et al. Desempenho e características das carcaças de machos não castrados de diferentes grupos genéticos em confinamento em relação ao *status* nutricional na fase de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1325-1327.

DAMIANOVIC, M. H. R. Z. **Estudo do efeito de nutrientes no desempenho de reatores de manta de lodo em escala de bancada alimentados com efluente de processamento de milho**. 1992. 127 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1992.

- DOU, Z. et al. Managing nitrogen on dairy farms: an integrated approach. I. Model description. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, n. 11, p. 2071-2080, 1996.
- FELÍCIO, P. E. Maciez da carne, fator de competitividade. **DBO Rural**, São Paulo, v. 13, n. 174, p. 88-91, 1995.
- FELLOWS, P. **Food processing technology: principles and practice**. New York: Ellis Horwood, 1992. p. 267.
- FERNANDES, A. R. M. et al. Recria de bezerras Canchim alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar e diferentes relações PDR:NDT. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v. 20, n. 3, p. 256-265, 2004.
- FERREIRA, J. J.; MARQUES NETO, J.; MIRANDA, C. S. Efeito do milho, sorgo e raspa de mandioca na ração sobre o desempenho de novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 18, n. 4, p. 306-313, 1989a.
- FERREIRA, J. J.; MARQUES NETO, J.; MIRANDA, C. S. Efeito do zeranol no desempenho de novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 18, n. 4, p. 334-339, 1989b.
- FIRKINS, J. L. et al. Effects of forage particle size, level of feed intake and supplemental protein degradability on microbial protein synthesis and site of nutrient digestion in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, n. 4, p. 1081-1094, 1986.
- FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallingford: CAB international, 1995. 532 p.
- FORESTI, E. et al. 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.

GAEBE, R. J. et al. Effects of extruded corn or grain sorghum on intake, digestibility, weight gain, and carcasses of finishing steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 8, p. 2001-2007, 1998.

GESUALDI JUNIOR, A. et al. Validação dos sistemas VIÇOSA, CNCPS e NRC para formulação de dietas para bovinos Nelore e Caracu, não-castrados, selecionados em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 997-1005, 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**, Texas, v. 93, n. 2, p. 109-117, 2004.

HAYTHORNTHWAITE, A. **Extrusion**: as a toll for improved nutritional vallue of feeds. Reading: Creative Press, 1986. 4 p.

HENRIQUE, W. et al. Digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2007-2015, 2003. Suplemento, 2.

HIRATA, M. et al. Return of dung to behiagrass (*Paspalum notatum* Fliigge) pasture by dairy cattle. **Journal of Japanese Society of Grassland Science**, Nasushibara, v. 35, n. 4, p. 350-357, 1990.

HOUGHTON, P. L.; TURLINGTON, L. M. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 3, p. 930-941, 1992.

JOHNSON, D. E. et al. New perspectives on ruminant methane emissions. In: WENK, C.; BOESSINGER, C. (Ed.) **Energy metabolism of farm animals**. Zurich: Institut für Nutztierwissenschaften, Gruppe Ernährung, 1991. p. 376. (EAAP Publicatin, 58).

KELLEHER, B P. et al. Advances in poultry litter disposal technology – a review. **Bioresource Technology**, Texas, v. 83, n. 1, p. 27-36, 2002.

LUCAS JUNIOR, J. et al. Avaliação do uso de inoculo no desempenho de biodigestores abastecidos com dejetos de frangos de corte com cama de maravalha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., 1993, Ilhéus. **Anais...Ilhéus: SBEA/CEPLAC**, 1993. v. 2, p. 915-930.

MAGLIOCCA, F. C. et al. Efeito da niacina e da monensina sódica no desempenho de novilhos em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 6, p. 983-988, 1994.

MARSH, R.; CAMPLING, R. C. Fouling of pasture by dung. **Herbage Abstracts**, Bucks, v. 40, n. 2, p.123-130, 1970.

McLAREM, D. G.; NOVAKOFSKI, D. F.; PARRET, L. L. A study of operator effects on ultrasound measures of fat depth and *longissimus* muscle area in cattle, sheep and pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 1, p. 54–62, 1991.

MERCHEN, N. R.; FIRKINS, J. L.; BERGER, L. L. Effects of intake and forage on ruminal turnover rates, bacterial protein synthesis and duodenal amino acid flows in sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, n. 1, p. 216-223, 1986.

MILLER, R. K. Obtendo carne de qualidade consistente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: CTC ITAL, 2001. p. 123-142.

MINAMI, K.; TANAKA, K. Atmospheric methane: sources, sinks and strategies for reducing agricultural emission. **Water Science Technology**, London, v. 36, n. 6-7, p. 509-516, 1997.

MINSON, D. J. Effect of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. **Nutrition Abstract Revision**, New York, v. 52, n. 10, p. 592-612, 1982.

NICHOLSON, F. A. et al. Heavy metal contents of livestock feeds and animal manures in England and Wales. **Bioresource Technology**, Texas, v 70, n. 1, p. 23-31, 1999.

O'CONNOR, C. Product development services available from extruder manufactures. In: **Extrusion technology for the food industry**. New York: Elsevier Applied Science, 1987. p. 71-75.

PACHECO, P. S. et al. Desempenho de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 963-975, 2005.

PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L. Desempenho em confinamento de bovinos bimestiços e quadrimestiços terminados em duas idades In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais....**Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

PIMENTEL, J. C. C. A riqueza das pastagens. **Moeda Forte**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 42-47, 1998.

QUADROS, A. R. B. de. **Avaliação de duas fontes de proteína na alimentação de bovinos de diferentes idades, em regime de confinamento**. 1994. 122 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1994.

RAMACHANDRA, T. V.; KAMAKSHI, G.; SHRUTHI, B. V. Bioresource status in Karnataka. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Colorado, v. 8, n. 1, p. 1-47, 2004.

SAMPAIO, A. A. M. et al. Efeito da suplementação protéica sobre crescimento, terminação e viabilidade econômica de bezerros mestiços Canchim confinados pós-desmama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 823-831, 1998.

SAMPAIO, A. A. M.; VIEIRA, P. F.; BRITO, R. M. de Digestão total e parcial de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo levedura, uréia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 589-597, 2000.

SAMPAIO, A. A. M.; BRITO, R. M. de; CARVALHO, R. M. Comparação de sistemas de avaliação de dietas para bovinos no modelo de produção intensiva de carne. Confinamento de tourinhos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 157-163, 2002.

SARTINI, H. J.; LOURENÇO, A. J.; ABRAMIDES, P. L. G. Ensaio de pastejo em capim Jaraguá consorciado com quatro leguminosas tropicais. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 37, n. 1, p. 67-89, 1980.

SCHOONMAKER, J. P. et al. Effect of age at feedlot entry on performance and carcass characteristics of bulls and steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 9, p. 2247-2254, 2002.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: Imprensa Universitária, 1998. 166 p.

SILVA, S. L. et al. Correlações entre características de carcaça obtidas *in vivo* por ultra-sonografia e na carcaça *post mortem* em novilhos Nelore In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais....**Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1206-1208.

SPEECE, R. E. **Anaerobic biotechnology for industrial waste waters**. Tennessee: Vanderbilt University, 1996. 394 p.

SPIESS, W. E. L.; SCHUBERT, H. Engineering and food advanced process. **Elsevier Applied Science**, New York, v. 3, n. 2, p. 290-297, 1990.

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

SUGOHARA, A. et al. Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal “in vitro” da proteína bruta da soja grão integral e do farelo de soja, e suas formas peletizadas ou extrusadas, em ovinos In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais....**Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

TAMMINGA, S. A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 2, p. 3112-3124, 1996.

TAROUCO, J. U. et al. Relação entre medidas ultra-sônicas e espessura de gordura subcutânea ou área de olho de lombo na carcaça em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2074-2084, 2005.

TEIXEIRA, I. A. M. A. **Métodos de estimativa de composição corporal e exigências nutricionais de cabritos F1 (Bôer x Saanen)**. 2004. 92 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

THOMAS, M. **Physical quality of pellet animal feed: a feed model study**. 1987. 112 f. Thesis (PhD) – Wageningen Agricultural University, Wageningen, 1988.

TOWNSEND, M. R. **Desempenho em confinamento de diferentes categorias animais e características de carcaça e da carne de novilhos e vacas**. 1991. 123 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1991.

TULLIO, R. R. **Estratégias de manejo para a produção intensiva de bovinos visando a qualidade da carne**. 2004. 107 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2004.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. USDA. **World beef trade overview**. Disponível em: <www.faz.usda.gov/dlp/circular/2003/03-10LP/beefoverview.html>. Acesso em: 12 nov. 2004.

VAN HORN, H. H. et al. Components of dairy manure management systems. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 77, n. 7, p. 2008 -2030, 1994.

VEIRA, D. M. et al. Utilization of grass silage by cattle: further observations on the effect of fish meal. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 68, n. 7, p. 1225-1235, 1988.

VIEIRA, P. F. **Estudo comparativo sobre a recria de bovinos de corte submetidos a diferentes regimes de alimentação em confinamento e pastagem.** 1975. 91 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1975.

WALHAIN, P.; FOUCART, M.; THÉWIS, A. Influence of extrusion on ruminal and intestinal disappearance in sacco of pea (*Pisum sativum*) proteins and starch. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 38, n. 1, p. 43-55, 1992.

CAPÍTULO 2 – EFEITO DA FONTE PROTÉICA E DO TRATAMENTO FÍSICO NA TERMINAÇÃO E NO BALANÇO DE NUTRIENTES EM BOVINOS JOVENS

Resumo - O ensaio foi conduzido na FCAV/ Unesp, utilizando 16 bovinos machos não castrados da raça Canchim com peso corporal médio de 315kg. Os animais foram alojados em baias individuais onde receberam os seguintes tratamentos: SF - concentrado farelado com farelo de soja; SE - concentrado extrusado com farelo de soja; AF - concentrado farelado com farelo de algodão; AE - concentrado extrusado com farelo de algodão. Como volumoso ofereceu-se a silagem de milho numa relação volumoso:concentrado de 50:50 com base na matéria seca. O período experimental foi de 112 dias, sub-divididos em quatro sub-períodos de 28 dias. Para o tratamento estatístico dos dados foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, segundo esquema fatorial 2 x 2 (fontes protéicas x tratamentos físicos), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey. As médias de ganho de peso corporal diário, ganho em área de olho de lombo e ganho em espessura de cobertura, para os tratamentos SF, SE, AF e AE foram 1,64; 1,46; 1,35 e 1,35 kg; 20,24; 18,72; 22,88 e 16,21 cm²; 0,67; 0,58; 0,49 e 0,92 mm, respectivamente, não apresentando diferença ($P>0,05$) entre qualquer um dos tratamentos. Na avaliação da conversão alimentar e eficiência protéica a análise estatística detectou diferença apenas entre fontes protéicas ($P<0,05$) com médias de conversão alimentar de 4,73 e 5,31kg MS/kg PC e eficiência protéica de 1,78 e 1,59kg PC/kg PB, respectivamente para os tratamentos com farelo de soja e farelo de algodão. As médias de balanço de nutrientes para MS, FDN e FDA para os tratamentos SF, SE, AF e AE foram 66,2; 66,7; 64,4 e 64,7%; 47,4; 43,3; 45,8 e 38,5% e 51,3; 45,2; 49,0 e 40,0% respectivamente, não apresentando diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos. Na avaliação PB a análise estatística detectou diferença entre tratamentos ($P<0,05$), sendo SE diferente de AF e AE. Não houve diferença significativa

($P > 0,05$) entre os tratamentos SF, AF e AE, sendo que as médias observadas foram de 55,1; 61,5; 53,1 e 52,5% para os tratamentos SF, SE, AF e AE, respectivamente.

Palavras-Chave: bovinos de corte, Canchim, desempenho, extrusão, farelo de algodão, farelo de soja.

Introdução

A possibilidade de consolidação do Brasil como um dos principais exportadores de carne bovina, em conjunto com o acirramento da competição com outros tipos de carnes e países produtores, requer da atividade pecuária de corte, a oferta de um produto de qualidade e de maneira contínua durante todo o ano (EUCLIDES FILHO et al., 2001). A maior dificuldade da pecuária nacional em produzir durante todo o ano reside no fato da maioria dos animais serem criados em sistemas de produção em pastagens, sem qualquer tipo de suplementação, onde o desempenho dos animais segue a curva de produção de forragens, fato demonstrado por SARTINI et al. (1980).

Uma alternativa para o problema descrito seria a terminação de bovinos em sistema de confinamento, prática em todo mundo, e na qual deve-se utilizar preferencialmente animais jovens. De acordo com SAMPAIO et al. (1998), bovinos jovens, especialmente os mestiços de raças especializadas na produção de carne, são mais eficientes na conversão alimentar, possuem maior ímpeto de crescimento e apresentam taxas progressivas de ganho de peso. Ainda, a utilização em confinamento de quantidade elevada de concentrado por um curto período de tempo, proporciona o envio ao abate de animais jovens, diminuindo os efeitos negativos do tecido conjuntivo na maciez da carne (MILLER, 2001).

Estes fatos são comprovados por vários autores, entre eles SCHOONMAKER et al. (2002) que avaliaram o efeito da idade de entrada em confinamento de animais Angus x Simental com início aos 111, 202 e 371 dias de idade. Os animais que entraram no confinamento com maior idade obtiveram médias de ganho de peso diário

maiores, enquanto que os animais mais jovens obtiveram melhores médias de conversão alimentar.

PEROTTO & MOLETTA (2004), utilizando vários grupos genéticos arraçoados com silagem de milho, milho grão moído e farelo de soja estudaram dois sistemas de produção em confinamento, onde os animais foram confinados com 8 a 10 meses (superprecoces) ou 18 a 20 meses (precoces). Os autores verificaram que os animais confinados no sistema precoce apresentaram ganho de peso de 1,41 kg/animal/dia contra 1,18 kg/animal/dia do sistema superprecoce e taxa de conversão alimentar de 6,73 kg de MS/kg de ganho de peso corporal para o precoce contra 7,72 kg de MS/kg de ganho de peso corporal do tratamento superprecoce.

TULLIO (2004) trabalhando com animais confinados de quatro grupos genéticos (Nelore e seus cruzamentos com Canchim, Angus e Simental), inteiros ou castrados, confinados ou terminados em pastagens, onde ofereceu-se silagem de milho ou pastagens de capim Coastcross como volumoso e concentrado a base de milho grão moído, farelo de trigo e farelo de soja, numa relação volumoso:concentrado média de 60:40, obteve médias de ganho de peso de 1,24 kg/animal/dia e área de olho de lombo final média de 76,20 cm².

Ainda, PACHECO et al. (2005b) trabalharam com novilhos de dois grupos genéticos, 5/8 Charolês + 3/8 Nelore e 3/8 Nelore + 5/8 Charolês, pertencentes à duas categorias de idade: jovens e superjovens, com abate em idade média de 23 e 15 meses, respectivamente. Os autores observaram maior ganho diário de peso para os animais denominados jovens com ganho de 1,94 contra 1,52 kg dos animais superjovens. Por outro lado os animais superjovens apresentaram conversão alimentar melhor do que os animais jovens com médias de 4,78 e 5,21 kg de MS/kg de ganho de peso, respectivamente.

A alimentação consiste num dos principais custos do confinamento, sendo a fração protéica a mais onerosa. A proteína que chega ao duodeno do animal é composta de proteína microbiana e da fração da proteína dietética que não sofreu degradação ruminal (ARC, 1994). Esse fato estimula o estudo de diferentes fontes protéicas, pois de acordo com BEEVER et al. (1990) ao fornecer-se suplementos com proteína de baixa degradabilidade, a quantidade de proteína de origem dietética que

chega ao intestino é maior. Desta forma, a escolha de diferentes fontes protéicas pode proporcionar desempenhos e custos diferentes, além de ser importante avaliar-se a que categoria será fornecida.

SAMPAIO et al. (1998) trabalharam com animais não castrados $\frac{3}{4}$ Canchim + $\frac{1}{4}$ Nelore, com idade média de sete meses e peso corporal médio de 208,80 kg. Utilizaram rações contendo farelo de algodão, farelo de soja e soja integral como fonte protéica e obtiveram ganhos de peso corporal de 1,30; 1,34 e 1,07 kg/animal/dia e conversão alimentar de 6,82; 6,15 e 6,35 kg de MS/kg de ganho de peso corporal, respectivamente.

GESUALDI JUNIOR et al. (2005) trabalharam com bovinos das raças Caracu e Nelore, objetivando validar os sistemas de formulação de dietas de Viçosa, CNCPS e NRC. Para isto forneceram rações com relações volumoso:concentrado 50:50 com base na matéria seca, utilizando o farelo de algodão como principal fonte protéica do concentrado. Os ganhos médios de peso foram de 1,00 kg/animal/dia, sendo o previsto pelos sistemas de Viçosa e NRC.

FERNANDES et al. (2004) acompanharam o desenvolvimento muscular através da área de olho de lombo e a deposição de gordura de cobertura entre a 12^a e 13^a costelas, por meio de imagens ultra-sonográficas, em bezerras Canchim com idade média de seis meses e 220 kg de peso corporal, recebendo concentrados com diferentes níveis de proteína degradável no rúmen (PDR) em relação aos nutrientes digestíveis totais (NDT). Os autores observaram ganhos médios de 5,04 cm² e 0,84 mm para área de olho de lombo e deposição de gordura de cobertura, respectivamente.

CERQUEIRA et al. (2004) em continuidade ao trabalho anterior, estudaram os efeitos dos mesmos tratamentos em fêmeas com idade média de 11 meses e 285 kg de peso corporal, verificando ganhos médios de 12,88 cm² e 2,52 mm para área de olho de lombo e deposição de gordura de cobertura, respectivamente.

A escolha de fontes adequadas de proteína é extremamente importante, devido às diferentes taxas de degradabilidade de cada fonte, como exposto anteriormente. Outro fator que pode alterar a degradabilidade da proteína é a utilização de tratamentos físicos e químicos, tais como extrusão e peletização, os quais tem sido foco de

pesquisas que objetivam incrementar a eficiência da utilização dos alimentos e melhorar o aproveitamento do potencial dos animais.

Segundo O'CONNOR (1987), a extrusão consiste num processo de cozimento à alta pressão, umidade e temperatura, em curto espaço de tempo. Estes procedimentos diferenciam a extrusão de outros tratamentos utilizados no processamento de dietas, tais como peletização, floculação ou tostagem.

Os nutrientes contidos nos alimentos sofrem diferentes alterações no processo de extrusão. A proteína tem sua estrutura terciária e quaternária alteradas pelo calor, sendo que a intensidade de desnaturação da proteína pode ser estimada pela medida de mudanças na solubilidade do nitrogênio (CAMIRE, 1991). O processo de extrusão causa gelatinização, favorecido por temperaturas entre 60 e 80°C, e expansão dos grânulos de amido (HAYTHORNTHWAITE, 1986).

GAEBE et al. (1998) estudaram o efeito da extrusão sobre a fração energética do concentrado. Os autores confinaram 92 animais mestiços durante 110 dias e utilizaram dois tipos de grãos (sorgo ou milho) extrusados ou não, e verificaram um ganho de peso diário maior para as rações contendo milho e não extrusado. As médias obtidas foram de 1,61; 1,44; 1,11 e 1,08 kg/animal/dia, respectivamente para os tratamentos: milho não extrusado, sorgo não extrusado, sorgo extrusado e milho extrusado, mostrando que o efeito da extrusão não foi benéfica nas condições experimentais avaliadas.

Na nutrição, a quantidade e qualidade dos alimentos ingeridos possuem importância fundamental para obtenção do potencial de produção máximo dos animais, para tanto, necessita-se conhecer o valor nutritivo dos alimentos, que está relacionado com a composição química, digestibilidade e ingestão (AMARAL, 2002).

A digestibilidade dos nutrientes da ração indica, mesmo que não exatamente, a capacidade do alimento em ser aproveitado pelo animal (MINSON, 1982). De acordo com FORBES (1995), a digestibilidade ruminal é produto do tempo de retenção no rúmen pelas características de degradação do alimento. JONHSON & BERGER, citados por MERCHEN et al. (1986), indicaram que o aumento no nível de consumo comumente resulta em decréscimo na proporção de matéria orgânica aparentemente digerida no rúmen.

SAMPAIO et al. (2000) estudaram a digestibilidade de rações contendo três fontes protéicas, levedura, uréia e farelo de algodão, numa relação volumoso:concentrado de 60:40 e verificaram médias de digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta de 58,50; 60,30 e 62,50% e 50,40; 46,40 e 60,90%, respectivamente para os tratamentos com farelo de algodão, levedura e uréia.

SUGOHARA et al. (2004) estudaram a degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal “in vitro” da proteína bruta do farelo de soja “in natura” peletizado e extrusado, utilizando para isso cinco ovinos cânulados e observaram que apesar da quantidade de proteína degradável no rúmen ser alterada pela extrusão, passando de 58,60% para 34,10% da MS, as médias de digestibilidade total da proteína bruta não diferiram entre si ($P>0,05$), com valores de 96,30 e 95,50%, respectivamente para farelo de soja “in natura” e extrusado.

CAVALCANTE et al. (2005) estudaram a digestibilidade, em novilhos Holandês x Zebu recebendo dietas contendo quatro níveis de proteína bruta, com relação volumoso:concentrado de 35:65 e verificaram médias de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de 63,33; 73,28 e 53,82%, respectivamente, para a ração com 13,50% de proteína bruta.

Neste contexto, a utilização de técnicas já existentes e a pesquisa de novas tecnologias de produção de carne são de vital importância para o incremento dos índices nacionais, levando à maior produção a um menor custo. Com base no exposto, conduziu-se este trabalho, objetivando estudar a eficiência de duas fontes protéicas (farelo de soja e farelo de algodão) e dois tratamentos físicos (farelado e extrusado), no desempenho de bovinos jovens da raça Canchim em regime de confinamento e realizar um balanço de nutrientes das rações utilizadas.

Material e Métodos

Descrição do local e animais

O experimento foi conduzido nas dependências da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) Unesp, Câmpus de Jaboticabal, localizada na região norte do estado de São Paulo, geograficamente definida pelas coordenadas de 21° 15' 22" de latitude sul e 48° 18' 58" de longitude oeste de Greenwich. A altitude local atinge em média 595 m e o clima segundo a classificação de Köppen, é do tipo subtropical, com chuvas de verão e inverno relativamente seco. A precipitação pluviométrica anual é de 1.415,8 mm, sendo a umidade relativa do ar de 70,8% (média de 35 anos), segundo estação agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/Unesp – Câmpus de Jaboticabal.

O confinamento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte (módulo de engorda), apresentado na Figura 1, e as análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Ruminantes, ambos pertencentes ao Departamento de Zootecnia. Foram utilizados 16 bovinos não castrados da raça Canchim, com idade média de 360 dias e peso corporal médio inicial de 315 kg. Os animais foram alojados em baias individuais de piso concretado, com área de 16 m²/baia, contendo quatro metros de cocho coberto e bebedouro comum a cada duas baias. Regularmente as baias receberam cuidados de rotina como limpeza de bebedouro e raspagem do piso para remoção do excesso de esterco.

Experimentos

Foram utilizadas quatro rações experimentais objetivando analisar duas fontes de proteína e dois tratamentos físicos dos concentrados. As rações foram formuladas de forma a serem isoprotéicas e isoenergéticas e os concentrados apresentados nas formas farelada e extrusada. Os animais foram distribuídos nos tratamentos buscando-se maior homogeneidade possível quanto ao peso, condição corporal e idade.

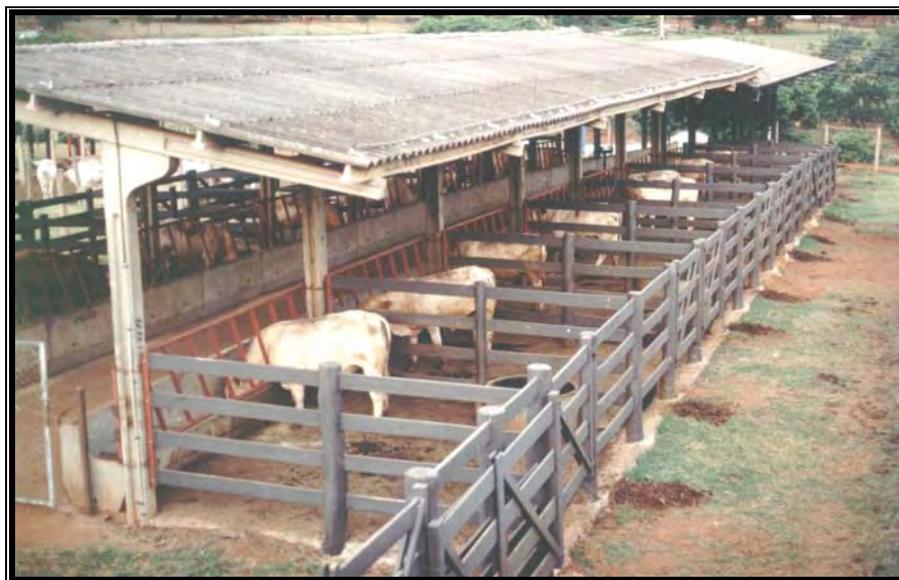


Figura 1. Instalações e animais utilizados no experimento.

Após período de adaptação de 35 dias, iniciou-se o período experimental, que foi de 112 dias, os quais foram divididos em 4 sub-períodos de 28 dias. Os animais foram pesados ao início e ao final de cada sub-período experimental. Houve também monitoração ultra-sonográfica, objetivando avaliação muscular e adiposa das carcaças, no início, no final do 2º sub-período e ao final do período experimental.

Os concentrados foram confeccionados com milho em grão moído e uma fonte protéica, variável em função de cada tratamento (farelo de soja ou farelo de algodão), que passaram por moinho de martelos, provido de peneira com crivos de 2,8 mm, para obtenção de granulometria grossa-média. A mistura dos ingredientes do concentrado foi feita em misturador horizontal com capacidade para 500 kg e dupla helicóide, durante 5 minutos.

Com a finalidade de proporcionar maior uniformidade, os concentrados extrusados passaram ainda por um moinho de martelos provido de peneira de 0,8 mm. Posteriormente, foram processados em extrusora de rosca simples marca Extrucenter, apresentada na Figura 2, provida de gerador de vapor Clayton, instalada na fábrica de rações da FCAV. O equipamento era provido de um condicionador com pás condutoras e homogeneizadoras dos ingredientes, com sistema para umidificar a mistura, para que a mesma atingisse teor de umidade de aproximadamente 20% e canhão dotado de bicos para entrada de água para resfriamento do mesmo. Após a extrusão, o

concentrado passou por secador de fluxo de ar quente forçado e foi colocado ao sol para secagem final, até que os concentrados alcançassem o valor de 90% em teor de matéria seca.



Figura 2. Extrusora utilizada na confecção dos concentrados experimentais.

As rações foram ajustadas para ganho de peso corporal de 1,4 kg/dia, por meio do programa RLM® (Esalq/ USP, 1999), sendo apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Proporções dos ingredientes nas rações experimentais, em porcentagem da matéria seca, e suas características nutricionais.

	Tratamentos ¹			
	SF	SE	AF	AE
Silagem de milho	50,0	50,0	50,0	50,0
Farelo de Soja	8,4	8,4	--	--
Farelo de Algodão	--	--	10,8	10,8
Milho em grão	41,6	41,6	39,2	39,2
Monensina sódica, em g/ animal/ dia	0,3	0,3	0,3	0,3
MS % ²	39,3	39,5	39,2	39,3
PB %	12,0	11,8	12,1	11,6
NDT % ³	74,9	74,9	74,0	74,0

¹ SF (concentrado farelado com farelo de soja); SE (concentrado extrusado com farelo de soja); AF (concentrado farelado com farelo de algodão); AE (concentrado extrusado com farelo de algodão).

² (MS) Matéria Seca e (PB) Proteína Bruta obtidas através de análise bromatológica.

³ (NDT) Nutrientes Digestíveis Totais estimados pelo RLM® (Esalq/ USP, 1999).

Os tratamentos testados foram os seguintes:

SF: ração composta por silagem de milho, milho em grão moído, farelo de soja e suplemento mineral. O concentrado deste tratamento foi fornecido na forma farelada.

SE: ração composta por silagem de milho, milho em grão moído, farelo de soja e suplemento mineral. O concentrado deste tratamento foi fornecido na forma extrusada.

AF: ração composta por silagem de milho, milho em grão moído, farelo de algodão e suplemento mineral. O concentrado deste tratamento foi fornecido na forma farelada.

AE: ração composta por silagem de milho, milho em grão moído, farelo de algodão e suplemento mineral. O concentrado deste tratamento foi fornecido na forma extrusada.

As rações foram fornecidas diariamente às 8:00 horas, com uma relação volumoso:concentrado de 50:50. Como volumoso foi utilizado a silagem de milho, a qual era retirada do silo pouco antes do fornecimento, pesada em balança eletrônica marca Toledo, modelo 2124/l com capacidade máxima 100 kg e com variação mínima de 20 g, misturada ao concentrado e homogeneizando às sobras do dia anterior.

Duas vezes por semana foram efetuados ajustes na quantidade de alimento fornecido para cada animal, de acordo com avaliação visual e pesagem das sobras, procurando mantê-las entre 5 e 10% do total oferecido, a fim de caracterizar, o fornecimento à vontade.

Às rações foi adicionado núcleo mineral comercial (níveis de garantia: P-40g; Ca-146g; Na-56g; S-40g; Mg-20g; Cu-350mg; Zn-1300mg; Mn-900mg; Fe-1050mg; Co-10mg; I-24mg; Se-10mg e F-400mg), contendo monensina sódica, ionóforo comumente utilizado nas rações de bovinos confinados, objetivando a seleção da flora ruminal gram negativa, a fim de melhorar aspectos nutricionais diversos como a conversão alimentar e o ganho de peso.

Colheita de dados

Alimentos e sobras – A silagem foi amostrada em diferentes pontos do perfil do silo, para composição de uma amostra composta. Os concentrados foram amostrados

imediatamente após a confecção dos mesmos e as sobras foram homogeneizadas e amostradas duas vezes por semana, sendo confeccionada uma amostra composta por período experimental.

As análises referentes às composições médias das amostras, em teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foram realizadas conforme método da AOAC (1990).

Pesagens – Os animais foram pesados no início do experimento e ao fim de cada período (28 dias). Para isto, foram colocados em jejum completo após às 16:00 horas do dia anterior a pesagem, totalizando jejum de 15 horas. Para a pesagem dos animais foi utilizada balança eletrônica marca Toledo, modelo MGR-3000 com capacidade para 3.000 kg.

Monitoração ultra-sonografica – Foi realizada no início do experimento e no final do 2^o e 4^o períodos, ou seja, no início, no 56^o e 112^o dias. Para esta avaliação, os animais foram imobilizados em tronco individual com sistema de tripla contenção por guilhotinas, submetidos à limpeza e tosquia dos pêlos (1mm) no local de mensuração, com tosquiadeira Oster® do tipo Clipmaster, modelo EW610. O sítio de avaliação foi então recoberto por uma camada delgada de óleo vegetal imediatamente antes da tomada das imagens, o que possibilitou melhor contato acústico entre a *probe* e a pele do animal, garantindo a máxima resolução nas imagens. A monitoração em tempo real foi realizada através de um SCANNER 200 VET 3.5 MHz equipado com transdutor Animal Science de matriz linear (18x30cm), modelo ASP-18 (Pie-Medical®), e incluiu as mensurações:

- Área de olho de lombo (AOL): Medida entre a 12^a e 13^a costelas, escolhida por representar o indicador mais comum e melhor relacionado com a musculosidade;
- Espessura de gordura de cobertura (EGC): Obtida na mesma região da AOL, sobre o músculo *longissimus*, por representar um bom indicador da gordura extra-muscular da carcaça e por apresentar boa correlação com o escore corporal dos animais.

Dejetos - As colheitas de dejetos foram realizadas uma vez por semana, segundo os procedimentos de coleta total diretamente sobre o piso, para tanto as baias foram limpas 24 horas antes da coleta, realizada após raspagem, sendo então efetuada a homogeneização dos dejetos e retirada das amostras, que foram imediatamente congeladas para análise posterior.

Balanço de nutrientes – Foi realizado balanço de nutrientes, onde verificou-se a porcentagem do nutriente ingerido que foi retida pelo animal, ou seja, a quantidade ingerida menos o que foi perdido nas fezes, urina e pêlos dos animais. Optou-se pela realização do balanço de nutrientes, pois considerou-se que as informações obtidas foram suficientes para os esclarecimentos necessários, sendo também o possível a ser realizado, já que houve contaminação das fezes com a urina e pêlos dos animais.

Para o cálculo do balanço de nutrientes utilizou-se os valores de MS, PB, FDN e FDA, ingeridos e excretados, conforme a seguinte fórmula:

$$BN\% = \frac{\text{Quantidade do nutriente ingerido (kg)} - \text{Quantidade do nutriente nos dejetos (kg)}}{\text{Quantidade do nutriente ingerido (kg)}}$$

Análises estatísticas

As médias foram avaliadas num delineamento inteiramente casualizado (quatro tratamentos e quatro repetições), analisado num arranjo fatorial 2x2, sendo os fatores: fonte protéica (farelo de soja e farelo de algodão) e tratamento físico (farelado e extrusado) com quatro repetições por tratamento. Foram realizadas as análises de variância, aplicando-se os testes F e Tukey, por intermédio do programa SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1990). O modelo matemático adotado na análise de variância foi:

$$Y_{ijk} = m + FP_i + TF_j + (FP*TF)_{ij} + E_{ijk},$$

em que: Y_{ijk} = variáveis dependentes; m = média geral de todas as observações; FP_i = efeito da fonte protéica de ordem i , sendo 1 = farelo de soja e 2 = farelo de algodão; TF_j = efeito do tratamento físico j , sendo 1 = farelado e 2 = extrusado; $(FP*TF)_{ij}$ = interação entre a i -ésima fonte protéica e o j -ésimo tratamento físico; E_{ijk} = erro aleatório residual.

Resultados e Discussão

Os resultados apresentados na Tabela 2 referem-se às médias de peso corporal e ganhos diários. Quando avaliados, os pesos corporais iniciais médios dos quatro tratamentos, observou-se pequena variação. Esse fato demonstrou que os animais foram inseridos no ensaio com pesos e condições corporais homogêneos. Além disso os animais passaram por um período de adaptação ao confinamento superior a um mês e foram adaptados ao consumo de concentrado praticamente por toda a vida, pois receberam suplementação também durante o aleitamento. Esses fatos aumentam a confiabilidade dos resultados obtidos e diminuem a possibilidade de ganho compensatório dos animais.

Tabela 2. Peso inicial e final (PI e PF) e ganho de peso corporal (GPC), kg/ animal/ dia, dos animais em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados.

Variáveis	Tratamento ¹				Fonte protéica ²		Tratamento físico ³		CV, % ⁴
	SF	SE	AF	AE	FS	FA	F	E	
PI, kg	306,3	321,0	309,0	324,0	313,6	316,5	307,6	322,5	8,12
PI, @ ⁵	11,0	11,6	11,1	11,7	11,3	11,4	11,1	11,6	8,12
PF, kg	489,8	484,5	460,7	474,8	487,1	467,8	475,3	479,6	7,71
PF, @	17,6	17,4	16,6	17,1	17,5	16,8	17,1	17,3	7,71
GPC, kg	1,64	1,46	1,35	1,35	1,55	1,35	1,50	1,40	12,85

¹ SF (concentrado farelado com farelo de soja), SE (concentrado extrusado com farelo de soja), AF (concentrado farelado com farelo de algodão), AE (concentrado extrusado com farelo de algodão).

² FS (farelo de soja), FA (farelo de algodão).

³ F (concentrado farelado), E (concentrado extrusado).

⁴ CV, coeficiente de variação.

⁵ Utilizado rendimento de 54% para cálculo do peso em @ (PACHECO et al., 2005a).

Os pesos finais observados foram de 489,8; 484,5; 460,7 e 474,8 kg, respectivamente para os tratamentos SF, SE, AF e AE. Ao analisar-se esta variável agrupando-se os animais de acordo com a fonte protéica e processamento físico, as médias obtidas foram de 487,1 e 467,8 kg para farelo de soja e farelo de algodão como fonte protéica, e 475,3 e 479,6 kg para concentrado farelado e extrusado, respectivamente. Em todas as análises não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as médias. É importante ressaltar que os animais de todos tratamentos atingiram o peso mínimo de 16,0@ de carcaça, exigidos atualmente pelos frigoríficos, sendo que os animais abaixo deste peso são penalizados.

Tanto os pesos corporais finais, como os pesos de carcaça foram superiores aos observados por TULLIO (2004) que estudando animais cruzados Canchim x Nelore observou pesos finais de 416,6 kg e 15,7% para animais inteiros ou castrados, confinados ou terminados em pastagens.

As médias de ganho de peso corporal não diferiram entre si ($P>0,05$), e foram de 1,64; 1,46; 1,35 e 1,35 kg, respectivamente para os tratamentos SF, SE, AF e AE. Estes ganhos podem ser considerados excelentes, poucas vezes citados, de acordo com a literatura, quando utilizada a relação volumoso:concentrado de 50:50. A inexistência de diferença entre os ganhos é resultado, provavelmente, da menor exigência na qualidade da proteína nesta fase da vida dos animais.

O valor encontrado para o tratamento SF foi superior ao obtido por SAMPAIO et al. (1998) que utilizaram animais $\frac{3}{4}$ Canchim + $\frac{1}{4}$ Nelore alimentados com farelo de soja, farelo de algodão e soja integral como fontes de proteína, numa relação volumoso:concentrado de 60:40 com base na matéria seca. Esses autores observaram ganhos de 1,26; 1,26 e 1,08 kg, respectivamente.

Ainda, as médias de ganho de peso corporal obtidas são superiores também às observadas por TULLIO (2004) que trabalhando com quatro grupos genéticos obteve média de ganho de peso diário de 1,24 kg para os animais terminados em confinamento. Porém, os valores observados são semelhantes aos verificados por PEROTTO & MOLETTA (2004), que confinando animais com média de idade inicial de nove meses obtiveram ganho diário médio de 1,41 kg.

Na Figura 3 observa-se que os ganhos diários em média foram crescentes até o terceiro período, decaindo no quarto, exceto para o tratamento SF. Possivelmente estes resultados devem-se ao fato dos animais aumentarem a ingestão de alimento com o passar do tempo e do ganho de peso no final do confinamento ser preponderantemente decorrente da deposição de tecido adiposo, tecido com maior exigência energética para deposição.

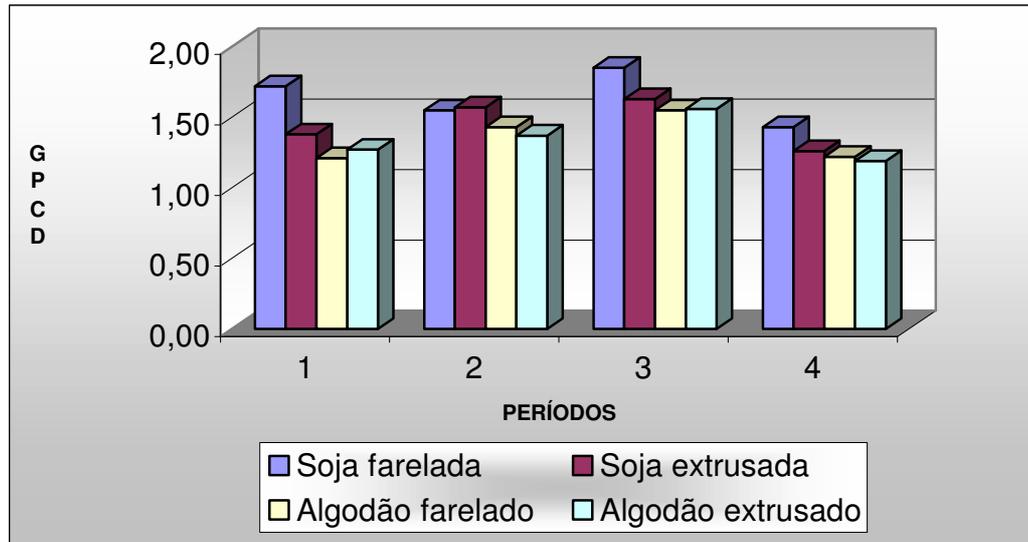


Figura 3. Ganho de peso corporal diário (GPCD - kg/ animal/ dia) dos animais em função dos tratamentos, nos diferentes períodos.

Na Tabela 3 observam-se às médias de área de olho de lombo (AOL), iniciais e finais, em função dos tratamentos. Os valores das AOL finais não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$), observando-se as médias de 71,91; 73,54; 70,55 e 70,79 cm^2 para os tratamentos SF, SE, AF e AE, respectivamente. Os valores do presente estudo são semelhantes aos obtidos por TULLIO (2004) que observou média de 76,20 cm^2 em animais inteiros, pertencentes a quatro grupos genéticos, em duas condições sexuais, em confinamento ou sob pastejo. Na Figura 4 são apresentadas duas imagens ultra-sonográficas, representando os animais no início e fim do período experimental.

Tabela 3. Áreas de olho de lombo (AOL) iniciais e finais, e ganhos em área de olho de lombo (GAOL), em cm^2 , dos animais em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados.

Variáveis	Tratamento ¹				Fonte protéica ²		Tratamento físico ³		CV, % ⁴
	SF	SE	AF	AE	FS	FA	F	E	
AOL inicial, cm^2	51,67	54,83	44,67	54,59	53,25	51,13	49,67	54,71	10,18
GAOL, cm^2	20,24	18,72	22,88	16,21	19,48	19,54	21,56	17,46	38,41
AOL final, cm^2	71,91	73,54	70,55	70,79	72,73	70,67	71,23	72,17	7,19

¹ SF (concentrado farelado com farelo de soja), SE (concentrado extrusado com farelo de soja), AF (concentrado farelado com farelo de algodão), AE (concentrado extrusado com farelo de algodão).

² FS (farelo de soja), FA (farelo de algodão).

³ F (concentrado farelado), E (concentrado extrusado).

⁴ CV, coeficiente de variação.

Os ganhos de área de olho de lombo (GAOL) totais não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) alcançando os valores de 20,24; 18,72; 22,88 e 16,21 cm^2 para os tratamentos SF, SE, AF e AE, respectivamente.

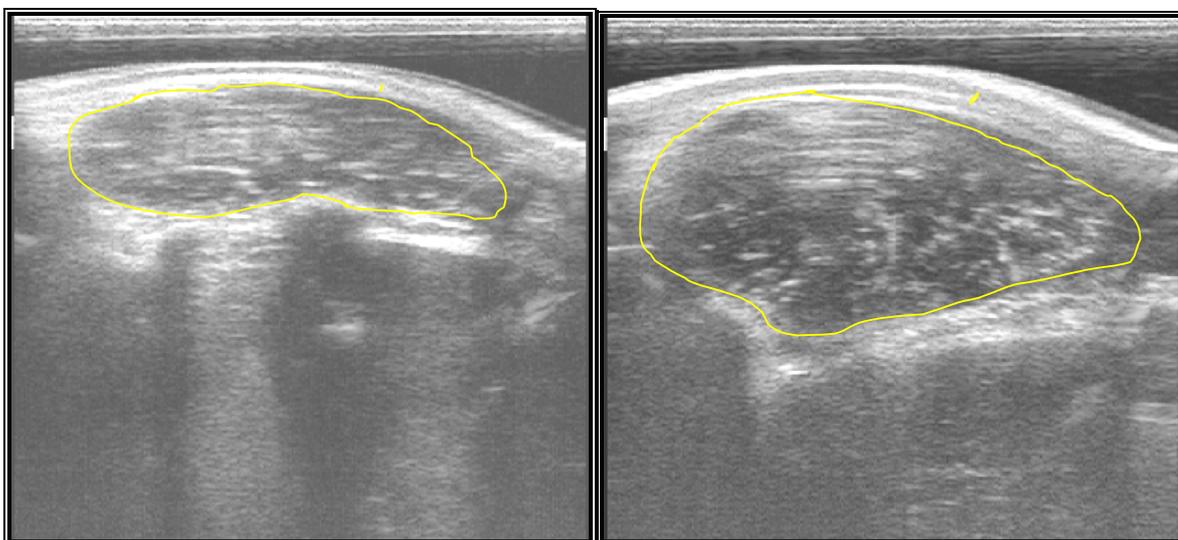


Figura 4. Imagem ultra-sonográfica, representativa de um animal no início e ao final do período experimental.

Cabe observar que a distribuição do ganho de tecido muscular nos períodos, apresentado na Figura 5, ocorreu conforme esperado, ou seja, com maior ênfase no início e diminuição no período seguinte. Isto pode ser observado ao comparar-se as médias de GAOL do 1º período de 12,90 cm^2 com os 6,62 cm^2 obtidos no 2º período.

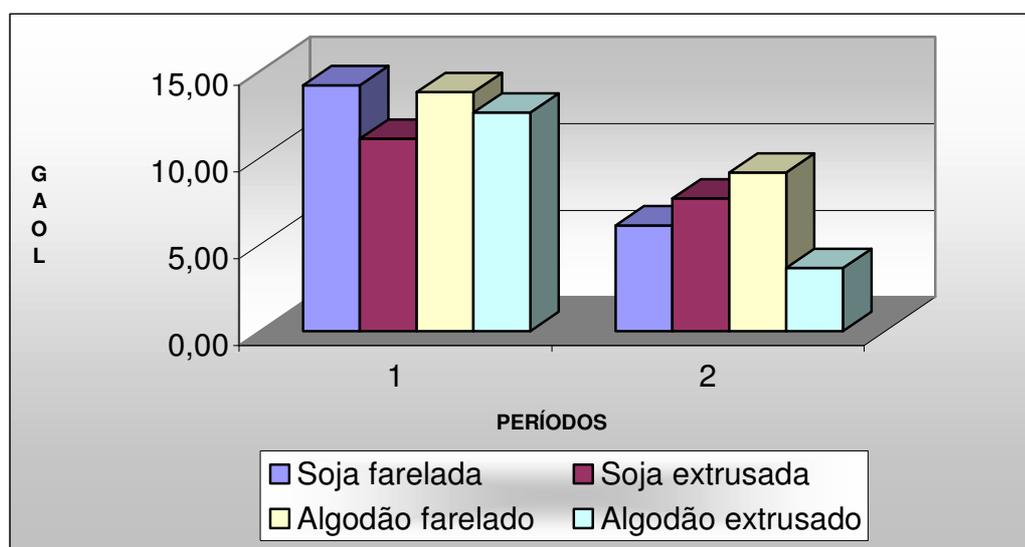


Figura 5. Ganho de área de olho de lombo (GAOL – cm^2 / animal/ período) dos animais em função dos tratamentos, nos diferentes períodos.

Os GAOL observados são superiores aos verificados por FERNANDES et al. (2004) e CERQUEIRA et al. (2004) de 5,04 cm² e 12,88 cm², respectivamente para fêmeas de seis e onze meses. É importante destacar que este resultado é esperado, pois o desenvolvimento muscular de fêmeas é menos intenso.

Os valores de espessura de gordura de cobertura (EGC) e ganho de espessura de cobertura (GEGC), apresentados na Tabela 4, não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$), sendo que os últimos demonstraram uma variabilidade elevada. Deve-se ressaltar que todos os tratamentos alcançaram valores médios superiores aos 3,0 mm de EGC exigidos atualmente pelos frigoríficos.

Tabela 4. Espessura de gordura de cobertura (EGC) iniciais e finais, e ganhos de espessura de gordura de cobertura (GEGC), em mm, dos animais em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados.

Variáveis	Tratamento ¹				Fonte protéica ²		Tratamento físico ³		CV, % ⁴
	SF	SE	AF	AE	FS	FA	F	E	
EGC inicial, mm	2,82	3,25	2,99	2,57	3,04	2,78	2,90	2,91	20,18
GEGC, mm	0,67	0,58	0,49	0,92	0,62	0,71	0,59	0,75	65,31
EGC final, mm	3,49	3,83	3,48	3,49	3,66	3,49	3,49	3,66	10,82

¹ SF (concentrado farelado com farelo de soja), SE (concentrado extrusado com farelo de soja), AF (concentrado farelado com farelo de algodão), AE (concentrado extrusado com farelo de algodão).

² FS (farelo de soja), FA (farelo de algodão).

³ F (concentrado farelado), E (concentrado extrusado).

⁴ CV, coeficiente de variação.

Na Tabela 5 são apresentados os valores de ingestão de MS, ingestão de PB e taxa de eficiência protéica (EP), que consiste no valor de ganho de peso corporal do animal, em kg, dividido pela quantidade de proteína bruta ingerida, também em kg. Os valores não diferiram entre si ($P>0,05$) para estas variáveis, exceto ao analisar-se os valores de eficiência protéica relativa às fontes protéicas, quando verificou-se que o farelo de soja foi superior ao farelo de algodão com médias de 1,78 e 1,59 kg de ganho de peso/kg de PB ingerida, respectivamente. Esse fato, mais uma vez demonstrou a superioridade do farelo de soja, como citado anteriormente.

Ainda na tabela 5, são apresentados os valores de conversão alimentar (CA). As médias observadas no período total foram de 4,76; 4,70; 5,49 e 5,13 kg de MS/kg GPC, respectivamente para os tratamentos SF, SE, AF e AE, sem diferenças significativas ($P>0,05$).

Tabela 5. Ingestão de matéria seca (IMS), ingestão de proteína bruta (IPB), taxa de eficiência protéica (EP) e conversão alimentar (CA) dos animais em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados.

Variáveis	Tratamento ¹				Fonte protéica ²		Tratamento físico ³		CV, % ⁴
	SF	SE	AF	AE	FS	FA	F	E	
IMS, kg/animal/dia	7,76	6,83	7,47	6,90	7,30	7,19	7,62	6,86	14,82
IMS, % do PC	1,95	1,70	1,94	1,98	1,82	1,83	1,95	1,71	13,24
IPB, kg/animal/dia	0,94	0,81	0,90	0,81	0,88	0,86	0,92	0,81	14,79
EP, kg GPC/kg IPB	1,77	1,79	1,51	1,66	1,78 ^a	1,59 ^b	1,64	1,73	8,50
CA, kg MS/kg GPC	4,76	4,70	5,49	5,13	4,73 ^b	5,31 ^a	5,12	4,91	7,89

Médias seguidas de letras diferentes na linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ SF (concentrado farelado com farelo de soja), SE (concentrado extrusado com farelo de soja), AF (concentrado farelado com farelo de algodão), AE (concentrado extrusado com farelo de algodão).

² FS (farelo de soja), FA (farelo de algodão).

³ F (concentrado farelado), E (concentrado extrusado).

⁴ CV, coeficiente de variação.

A média de CA foi de 5,02 kg de MS/kg GPC é considerada muito satisfatória, fato comprovado ao analisar-se dados de literatura. TULLIO (2004) obteve CA de 5,89 kg de MS/kg GPC para animais inteiros de quatro grupos genéticos. SAMPAIO et al. (1998) observaram CA médio de 7,23 kg de MS/kg GPC para animais Canchim-Nelore, tendo como fonte protéica farelo de soja e farelo de algodão.

Os valores de CA dos períodos, quando considera-se a fonte protéica, não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$), porém ao efetuar-se a análise considerando o período total observou-se médias de 4,73 e 5,31 kg de MS/kg GPC, respectivamente para farelo de soja e farelo de algodão. Este resultado evidencia a superioridade da ração contendo farelo de soja, mesmo quando comparada com uma ração com ótima CA, como é o caso do farelo de algodão.

Os tratamentos físicos impostos aos concentrados não propiciaram diferença significativa entre as médias ($P>0,05$) de conversão alimentar.

Na Figura 6 são apresentados os valores de conversão alimentar ao longo dos quatro períodos experimentais, observa-se que a medida que os animais ficaram mais velhos e pesados a relação entre ingestão de matéria seca e ganho de peso corporal piorou, alcançando maiores valores ao final do confinamento, resultado já esperado.

Vale ressaltar que, possivelmente, os resultados de desempenho seriam diferentes caso os animais fossem confinados ainda mais jovens, fato que os levaria à exigência por proteína de melhor valor biológico.

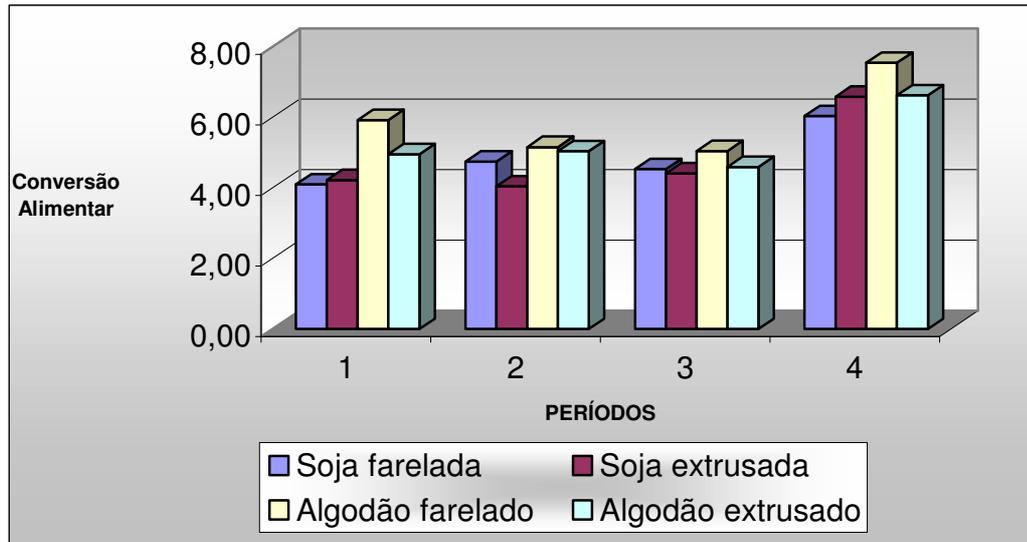


Figura 6. Conversão alimentar (CA – kg de MS/ Kg de ganho de peso) dos animais em função dos tratamentos, nos diferentes períodos.

A Tabela 6 apresenta os valores de balanço de nutrientes da matéria seca (BNMS). Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as médias por tratamento, tampouco houve diferença entre as médias relacionadas às fontes protéicas e aos tratamentos físicos.

Tabela 6. Balanço de nutrientes da matéria seca (BNMS), da proteína bruta (BNPB), da fibra em detergente neutro (BNFDN) e da fibra em detergente ácido (BNFDA), das rações utilizadas na terminação de animais, em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados.

Variáveis	Tratamento ¹				Fonte protéica ²		Tratamento físico ³		CV, % ⁴
	SF	SE	AF	AE	FS	FA	F	E	
BNMS	66,2	66,7	64,4	64,7	67,4	64,6	65,3	66,7	4,46
BNPB	55,1 ^{ab}	61,5 ^a	53,1 ^b	52,5 ^b	58,3 ^a	52,8 ^b	54,1	57,0	5,90
BNFDN	47,4	43,3	45,8	38,5	45,3	42,1	46,6	40,9	15,04
BNFDA	51,3	45,2	49,0	40,0	48,3	44,5	50,2 ^a	42,6 ^b	14,04

Médias seguidas de letras diferentes na linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ SF (concentrado farelado com farelo de soja), SE (concentrado extrusado com farelo de soja), AF (concentrado farelado com farelo de algodão), AE (concentrado extrusado com farelo de algodão).

² FS (farelo de soja), FA (farelo de algodão).

³ F (concentrado farelado), E (concentrado extrusado).

⁴ CV, coeficiente de variação.

As médias de BNMS para o período total foram 66,26; 66,7; 64,4 e 64,7%, respectivamente para os tratamentos SF, SE, AF e AE. Estes valores são próximos aos valores de digestibilidade aparente da MS de 65,4% observados por LEÃO et al. (2004) para rações fareladas e níveis de consumo semelhantes aos do presente estudo. Isto indicou não existir grande influência do tratamento físico ou da fonte protéica para a

DMS e provavelmente este parâmetro esteja mais ligado ao nível de ingestão. Conforme relatou VAN SOEST (1994) o incremento do consumo ocasionou aumento na taxa de passagem, reduzindo conseqüentemente a digestibilidade.

Ainda na Tabela 6 são apresentados os valores de balanço de nutrientes da proteína bruta (BNPB). Verificou-se o valor de 61,5% para o tratamento SE, o qual diferiu dos tratamentos AF e AE, mas não do tratamento SF. Os tratamentos SF, AF e AE não diferiram entre si ($P > 0,05$) e apresentaram médias de balanço de nutrientes de 55,1; 53,1 e 52,5%, respectivamente.

As fontes protéicas apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as médias de balanço de nutrientes com 58,3 e 52,8% para os tratamentos farelo de soja e farelo de algodão, respectivamente. Estes resultados demonstraram a maior capacidade de fornecimento de proteína digestível do farelo de soja.

O tratamento físico não influenciou a BNPB, contrariando o esperado. A inexistência de efeito do tratamento físico pode estar relacionado ao uso de farelos comerciais, cujos tratamentos térmicos prévios não foram monitorados, ou ainda, ao fato de que mesmo havendo taxas de degradabilidade ruminal diferentes a proteína sobrepassante pode ter sido digerida pós-rúmex.

No presente trabalho, possivelmente os valores de BNPB tenham sido menores, pois foram influenciados pelos teores de nitrogênio contido na urina e nos pêlos dos animais, os quais foram incorporados aos dejetos. Porém, os valores de BNPB foram semelhantes aos encontrados por SAMPAIO et al. (2000), que verificaram coeficientes de digestibilidade da proteína bruta de 50,4; 46,4 e 60,9%, respectivamente para rações com farelo de algodão, levedura e uréia.

Os valores de balanço de nutrientes, da fibra em detergente neutro (BNFDN) e da fibra em detergente ácido (BNFDA) também são apresentados na Tabela 6. As médias não diferiram entre si ($P > 0,05$) quando avaliou-se as fontes protéicas e os tratamentos físicos.

No BNFDA, verificou-se influência do tratamento físico ($P < 0,05$), com médias de 50,1 e 42,6% para as rações farelada e extrusada, respectivamente, porém as quantidades de FDA nos dejetos foram semelhantes, podendo-se concluir que essa variação no BNFDA está associada à menor quantidade de FDA digestível nos

concentrados extrusados, que de acordo com BERTIPAGLIA (2002) trabalhando com concentrados contendo milho e soja grão relatou que a solubilização da celulose é alterada pelo processo de extrusão com diminuição dos valores de FDA.

Conclusões

Os resultados observados indicam não haver diferença no desempenho dos animais quando alimentados com farelo de soja ou farelo de algodão, o que sugere a adoção do uso do farelo de algodão, pois este possui, reconhecidamente, menor custo de aquisição atualmente.

Em relação aos tratamentos físicos, a inexistência de diferenças entre eles conduz à prática de utilização dos concentrados sob a forma farelada, já que a extrusão é um procedimento oneroso.

Referências

AMARAL, C. M. C. do **Extrusão e peletização de ração completa**: efeitos no desempenho, na digestibilidade e no desenvolvimento das câmaras gástricas de cabritos Saanen. 2002. 57 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**, Wallingford: CAB International, 1994. 351 p.

ASSOCIATIONS OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS. AOAC. **Official methods of analysis**, 15. ed. Washington D.C., 1990.

BEEVER, D. E. et al. The effect of fish meal on the digestion of grass silage by growing cattle. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 63, n. 3, p. 489-502, 1990.

BERTIPAGLIA, L. M. A. **Avaliação dos efeitos das temperaturas de extrusão em misturas de soja integral e milho.** 2002. 134 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

BRITO, R. M. de. **Efeito da suplementação protéica sobre o crescimento e terminação de mestiços Canchim pós desmama em confinamento.** 1997. 64 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

CAMIRE, M. E. Protein functionality modification by extrusion cooking . **JAACS**, Columbus, v. 68, n. 2, p. 200-205, 1991.

CAVALCANTE, M. A. B. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo e digestibilidades total e parcial dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2200-2208, 2005. Suplemento.

CERQUEIRA, A. A. et al. Crescimento de novilhas Canchim alimentadas com silagem de milho e diferentes relações PDR:NDT. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v. 20, n. 3, p. 266-275, 2004.

EUCLIDES FILHO, K. et al. Efeito de idade de castração e de grupos genéticos sobre o desempenho em confinamento e característica de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 71-76, 2001.

FERNANDES, A. R. M. et al. Recria de bezerras Canchim alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar e diferentes relações PDR:NDT. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v. 20, n. 3, p. 256-265, 2004.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals.** Wallingford: CAB international, 1995. 532 p.

GAEBE, R. J. et al. Effects of extruded corn or grain sorghum on intake, digestibility, weight gain, and carcasses of finishing steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 8, p. 2001-2007, 1998.

GESUALDI JUNIOR, A. et al. Validação dos sistemas VIÇOSA, CNCPS e NRC para formulação de dietas para bovinos Nelore e Caracu, não-castrados, selecionados em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 997-1005, 2005.

HAYTHORNTHWAITE, A. **Extrusion**: as a toll for improved nutritional vallue of feeds. Reading: Creative Press, 1986. 4 p.

LANNA, D. P. D. et al. **RLM 2.0**: ração de lucro máximo. Versão 2.0 Piracicaba: Esalq, Departamento de Zootecnia, Piracicaba – SP. 1999.

LEÃO, M. I. et al. Consumo e digestibilidade totais e parciais de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1604-1615, 2004.

MERCHEN, N. R.; FIRKINS, J. L.; BERGER, L. L. Effects of intake and forage on ruminal turnover rates, bacterial protein synthesis and duodenal amino acid flows in sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, n. 1, p. 216-223, 1986.

MILLER, R. K. Obtendo carne de qualidade consistente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: CTC ITAL, 2001. p. 123-142.

MINSON, D. J. Effect of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. **Nutrition Abstract Revision**, New York, v. 52, n. 10, p. 592-612, 1982.

O'CONNOR, C. Product development services available from extruder manufactures. In: **Extrusion technology for the food industry**. New York: Elsevier Applied Science, 1987. p. 71-75.

PACHECO, P. S. et al. Características quantitativas da carcaça de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1666-1677, 2005a.

PACHECO, P. S. et al. Desempenho de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 963-975, 2005b.

PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L. Desempenho em confinamento de bovinos bimestiços e quadrimestiços terminados em duas idades In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais....**Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

SAMPAIO, A. A. M. et al. Efeito da suplementação protéica sobre crescimento, terminação e viabilidade econômica de bezerros mestiços Canchim confinados pós-desmama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 823-831, 1998.

SAMPAIO, A. A. M.; VIEIRA, P. F.; BRITO, R. M. Digestão total e parcial de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo levedura, uréia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 589-597, 2000.

SARTINI, H. J.; LOURENÇO, A. J.; ABRAMIDES, P. L. G. Ensaio de pastejo em capim Jaraguá consorciado com quatro leguminosas tropicais. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 37, n. 1, p. 67-89, 1980.

SAS INSTITUTE INC. **SAS user's guide**: statistics. Cary, NC.1990. 956 p.

SCHOONMAKER, J. P. et al. Effect of age at feedlot entry on performance and carcass characteristics of bulls and steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 1, p. 2247-2254, 2002.

SUGOHARA, A. et al. Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal "in vitro" da proteína bruta da soja grão integral e do farelo de soja, e suas formas peletizadas ou extrusadas, em ovinos In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

TULLIO, R. R. **Estratégias de manejo para a produção intensiva de bovinos visando a qualidade da carne**. 2004. 107 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2004.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

CAPÍTULO 3 – EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES FONTES PROTÉICAS, EM CONCENTRADOS FARELADOS E EXTRUSADOS, SOBRE A EXCREÇÃO DE NUTRIENTES NOS DEJETOS DE BOVINOS E SEU POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS

Resumo - O ensaio foi conduzido na FCAV/Unesp, utilizando 16 bovinos machos não castrados da raça Canchim com peso corporal médio de 315 kg. Os animais foram confinados em baias individuais onde receberam os seguintes tratamentos: SF - concentrado farelado com farelo de soja; SE - concentrado extrusado com farelo de soja; AF - concentrado farelado com farelo de algodão; AE - concentrado extrusado com farelo de algodão. Como volumoso ofereceu-se a silagem de milho numa relação volumoso:concentrado de 50:50 com base na matéria seca, onde objetivou-se avaliar o impacto ambiental através da quantificação e qualificação das fezes. O período experimental foi de 112 dias, sub-divididos em oito sub-períodos de 14 dias. Para o tratamento estatístico dos dados foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, segundo esquema fatorial 2 x 2 (fontes protéicas x tratamentos físicos), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey. Os macro e micro minerais quantificados foram N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn Cu e Co. Ao realizar-se as análises em função dos tratamentos observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) somente para o P com médias de 0,90; 0,94; 1,03 e 1,05 g/100 g de MS, para os tratamentos SF, SE, AF e AE, respectivamente. As fontes protéicas determinaram diferença significativa ($P < 0,05$) para os minerais P e Mg com médias de 0,92 e 1,04 g/100 g de MS e 0,55 e 0,59 g/100 g de MS, respectivamente para os concentrados com farelo de soja e farelo de algodão. A extrusão aumentou significativamente ($P < 0,05$) os conteúdos de Ca, com médias de 0,39 e 0,43 g/100 g de MS, respectivamente para os

tratamentos farelado e extrusado. Os dejetos somente produziram biogás de maneira efetiva entre o 70^o e 200^o dias.

Palavras-Chave: biodigestão, Canchim, dejetos, extrusão, fezes, minerais.

Introdução

A atividade produtiva invariavelmente gera impacto sobre o meio ambiente. Da mesma forma, as atividades agropecuárias causam modificações físicas, químicas e biológicas, sendo a extensão desta dependente da escala de produção. Para ATKINSON & WATSON (1996), o grande desafio é adequar a produção animal à demanda da população e manter o sistema o mais próximo da sustentabilidade ambiental.

A preocupação com a degradação ambiental tem sido crescente em nossos tempos, porém os modelos empregados na produção de proteína animal, ainda são, na maioria das vezes, focados nos produtos nobres, e os produtos classificados como resíduos (dejetos, camas, restos de alimentação) acabam sendo utilizados ou depositados indevidamente. Agregado à esse fato a criação intensiva, em determinados locais, colabora para o agravamento dos problemas ambientais devido à limitação de espaço físico para a deposição dos resíduos, aumento das emissões de CO₂ e CH₄, eutrofização das fontes de água e poluição do solo. Conseqüentemente, há um aumento do impacto ambiental e queda da lucratividade das unidades produtoras.

Várias tecnologias podem ser utilizadas a fim de diminuir-se este impacto. Dentre elas deve-se dar atenção à correta utilização do sistema de confinamento, que deve ser estratégica, com a utilização preferencial de animais jovens. Os bovinos jovens, especialmente os mestiços de raças especializadas na produção de carne, são mais eficientes na conversão alimentar, possuem maior ímpeto de crescimento e apresentam taxas progressivas de ganho de peso (SAMPAIO et al., 1998) e esta maior eficiência leva a menor produção de dejetos.

Outra maneira de se diminuir o impacto é trabalhando-se com a digestibilidade dos alimentos, utilizando-se diferentes fontes de nutrientes, ou tratamentos físico ou químicos. Dentre os processos físicos pode-se relacionar a tostagem, floculagem, laminação e extrusão, sendo o último, um processo que utiliza temperatura e pressão de forma conjunta, o que propicia modificação na estrutura quaternária da proteína e gelatinização e expansão dos grânulos de amido.

Segundo O'CONNOR (1987), a extrusão consiste num processo de cozimento à alta pressão, alta umidade e alta temperatura, em curto espaço de tempo. Estes procedimentos diferenciam a extrusão de outros tratamentos utilizados no processamento de dietas, tais como peletização, floculação ou tostagem. As rações e matérias-primas extrusadas promovem aumento de peso e eficiência em animais, melhorando, em muitos casos, a palatabilidade das rações de forma significativa (ANDRIGUETO et al., 1981)

De acordo com HIRATA et al. (1990) a quantidade de excretas de um bovino adulto pode variar de 0,67 a 3,30 kg de matéria seca por dia. MARSH & CAMPLING (1970) obtiveram médias entre 19 e 40 kg de fezes frescas/animal/dia. Vários fatores estão envolvidos com a quantidade de fezes excretadas por bovinos, dentre eles a idade, peso, nível de produção, estado fisiológico e o sistema de produção que pode ser a pasto, semi-confinamento ou confinamento (VAN HORN et al., 1994).

Deve-se portanto, realizar estudos com o propósito de atender da melhor maneira possível os requerimentos nutricionais dos animais. Conforme afirmou TEIXEIRA (2004), o fornecimento de dietas que atendam às exigências nutricionais pode evitar prejuízos econômicos e ambientais, reduzindo o desperdício de nutrientes e minimizando a deposição de poluentes no ambiente. DOU et al (1996) relataram que ao alimentarem vacas leiteiras com rações formuladas tomando por base a partição de frações de carboidratos e proteínas, obtiveram redução de 33% na excreção de N e acréscimo de 10% na produção de leite.

De acordo com TAMMINGA (1996), do total de nitrogênio ingerido por uma vaca leiteira, 75 a 85% será excretado através da urina e fezes. O autor exemplifica que uma vaca consumindo 88 kg de N por ano, utilizará 33,00 e 4,00 kg deste aporte,

respectivamente para a produção de leite e tecido muscular, sendo o restante de 51 kg perdido nas excretas.

A alta produção nacional associada à intensificação da produção pela utilização de confinamentos, gera a limitação de áreas para deposição dos dejetos, aumenta a eutrofização de fontes de água, poluição do solo e emissão de CO₂ e CH₄ (GÜNGÖR – DEMIRCI e DEMIRER, 2004).

Segundo estimativa considerada pelo ANUALPEC (2003), em 2012 o rebanho bovino do estado de São Paulo contará com 11.463.793 animais e o plantel brasileiro terá 181.834.388 animais. Estes números somados com a produção de 0,02 a 0,03 toneladas de CH₄/animal, estimada por MINAMI & TANAKA (1997), apontam para a produção de cerca mais de 300 mil toneladas de CH₄ produzidas com a fermentação dos dejetos de bovinos, somente no estado de São Paulo.

Além disso, a perda do potencial energético dos dejetos na forma de metano, implica na redução dos lucros obtidos com a atividade, já que o gás poderia estar colaborando para a redução do uso de outras fontes de energia no processo produtivo.

Ainda, dependendo das condições ambientais o impacto pode ser agravado, pois uma fração considerável do nitrogênio orgânico pode perder-se por volatilização na forma de NH₃ ou transformar-se em nitrato (NO₃) por ação dos microorganismos (KELLEHER et al., 2002). A presença de micronutrientes nos dejetos também deve ser avaliada, pois podem causar problemas de fitotoxicidade no solo, ou ainda ao percolarem ou serem levadas pela água da chuva, contaminarem cursos d'água (NICHOLSON et al., 1999)

A extensão do impacto causado pode ser minimizada com a utilização de sistemas de reciclagem de nutrientes dos dejetos. A biodigestão anaeróbia é eficiente no tratamento e reciclagem dos dejetos, pois além de gerar o biofertilizante e produzir o biogás, fonte de energia alternativa AL-MASRI (2001), ainda estabiliza a matéria orgânica e reduz ou elimina os coliformes.

A produção de biogás resultante da fermentação de 1 kg de esterco bovino fica entre 0,036 a 0,042 m³, sendo suficiente para atender a demanda de biogás diária por habitante da zona rural, que está entre 0,023 e 0,043 m³ (RAMACHANDRA et al., 2004). Outro ponto a ser destacado é que após a queima do CH₄, gerado pela

biodigestão, tem-se como resultado a liberação de CO₂, e sabe-se que a contribuição do metano para o efeito estufa é trinta vezes maior que do CO₂, devido a maior intensidade de absorção de energia infra-vermelha (JOHNSON et al., 1991).

De acordo com CAEEB (1981), a aplicação de biofertilizante no solo apresenta as seguintes vantagens: a) melhoria na estrutura do solo, especialmente nos solos argilosos, permitindo maior oxidação da matéria orgânica pelos microorganismos do solo; b) maior capacidade de retenção de água, aumentando a umidade do solo, minimizando os efeitos da estiagem sobre o crescimento das plantas; c) introdução de grande número de bactérias e protozoários, aumentando a velocidade de decomposição da matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes para as plantas; d) introdução de alguns minerais importantes para o crescimento das plantas.

AHRING et al. (2001) definiram que o esterco bovino é capaz de gerar substratos que sustentam, por si só, o desenvolvimento da biodigestão anaeróbia por conterem carboidratos, proteínas e gorduras. Estes constituintes serão hidrolizados e fermentados até que ocorra a produção de ácidos graxos de cadeias curtas (como acetato, propionato, butirato, isobutirato, entre outros), álcoois, hidrogênio e dióxido de carbono, que na seqüência serão convertidos em metano e dióxido de carbono.

A digestão anaeróbia se caracteriza como um processo natural, que ocorre na ausência de oxigênio molecular, onde um consórcio de diferentes populações de microorganismos interagem estreitamente para promover a transformação de compostos orgânicos complexos em produtos mais simples, resultando principalmente nos gases metano e dióxido de carbono (STEIL, 2001).

O processo de biodigestão pode ser influenciado por uma série de fatores que favorecem ou não a partida do processo. FORESTI et al. (1999) citou o fator temperatura; SPEECE (1996) relatou as alterações de pH, que segundo ele deve estar entre 6,5 e 8,2 para evitar-se a inibição da metanogênese; e DAMIANOVIC (1992) referiu-se a disponibilidade de certos nutrientes. A biodigestão anaeróbia também pode ser influenciada pela presença de compostos potencialmente tóxicos nos resíduos originados na produção animal, antibióticos administrados aos animais e uso de desinfetantes e pesticidas que podem ser carregados com os dejetos pela lavagem (AMORIM, 2005). Outro aspecto importante é o teor de sólidos totais (ST). LUCAS

JUNIOR et al (1993) encontraram melhor produção de biogás em biodigestores batelada, quando o teor de ST ficava em torno de 8%.

Neste contexto, a utilização de técnicas já existentes e a pesquisa de novas tecnologias de produção de carne são de vital importância para o incremento dos índices nacionais, levando à maior produção a um menor custo e com o mínimo impacto ambiental. Com base no exposto, conduziu-se este trabalho, objetivando realizar um balanço de nutrientes da matéria seca de rações contendo duas fontes protéicas (farelo de soja e farelo de algodão) e dois tratamentos físicos (farelado e extrusado); caracterizar os dejetos produzidos e avaliar o impacto ambiental destes através da quantificação de alguns minerais perdidos nas fezes, bem como estimar a produção potencial de biogás.

Material e Métodos

Descrição do local e animais

O experimento foi conduzido nas dependências da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Câmpus de Jaboticabal, Unesp, localizada na região norte do estado de São Paulo, geograficamente definida pelas coordenadas de 21º 15' 22" de latitude sul e 48º 18' 58" de longitude oeste de Greenwich. A altitude local atinge em média 595 m e o clima segundo a classificação de Köppen, é do tipo subtropical, com chuvas de verão e inverno relativamente seco. A precipitação pluviométrica anual é de 1.415,8 mm, sendo a umidade relativa do ar de 70,8% (média de 35 anos), segundo estação agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/Unesp – Câmpus de Jaboticabal.

O confinamento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte (módulo de engorda) e as análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Ruminantes, ambos pertencentes ao Departamento de Zootecnia. As análises de minerais e os ensaios de biodigestão foram realizados no Laboratório de Digestão Anaeróbia do Departamento de Engenharia Rural. Foram utilizados 16 bovinos não castrados, da

raça Canchim, com idade média de 360 dias e peso corporal médio inicial de 315 kg. Os animais foram alojados em baias individuais de piso concretado, com área de 16 m²/baia, quatro metros de cocho coberto e bebedouro comum a cada duas baias. Regularmente as baias receberam cuidados de rotina como limpeza de bebedouro e raspagem do piso para remoção do excesso de esterco.

Experimentos

Foram utilizadas quatro rações experimentais objetivando analisar duas fontes de proteína e dois tratamentos físicos dos concentrados. As rações foram formuladas de forma a serem isoprotéicas e isoenergéticas e os concentrados apresentados nas formas farelada e extrusada. Os animais foram distribuídos nos tratamentos buscando-se maior homogeneidade possível quanto ao peso, condição corporal e idade. O período experimental foi de 112 dias divididos em 8 sub-períodos de 14 dias.

Os concentrados foram confeccionados com milho em grão moído e uma fonte protéica, variável em função de cada tratamento (farelo de soja ou farelo de algodão), que passaram por moinho de martelos, provido de peneira, com crivos de 2,8 mm, para obtenção de granulometria grossa-média. A mistura dos ingredientes do concentrado foi feita em misturador horizontal com capacidade para 500 kg e dupla rosca helicoidal, durante 5 minutos.

Com a finalidade de proporcionar melhor moagem e uniformidade, os concentrados extrusados passaram ainda por um moinho de martelos provido de peneira de 0,8 mm. Posteriormente, foram processados em extrusora de rosca simples marca Extruceniter, provida de gerador de vapor Clayton, instalada na fábrica de rações da FCAV. O equipamento era provido de um condicionador com pás condutoras e homogeneizadoras dos ingredientes, com sistema para umidificar a mistura, para que a mesma atingisse teor de umidade de aproximadamente 20% e canhão dotado de bicos para entrada de água para resfriamento do mesmo. Após a extrusão, o concentrado passou por secador de fluxo de ar quente forçado e foi colocado ao sol para secagem final, até atingir teor de matéria seca de 90%.

As rações foram ajustadas para ganho de peso corporal de 1,4 kg/dia, através do programa RLM® (Esalq/ USP, 1999), sendo apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Proporções dos ingredientes nas rações experimentais, em porcentagem da matéria seca, e suas características nutricionais.

	Tratamentos ¹			
	SF	SE	AF	AE
Silagem de milho	50,0	50,0	50,0	50,0
Farelo de Soja	8,4	8,4	--	--
Farelo de Algodão	--	--	10,8	10,8
Milho em grão	41,6	41,6	39,2	39,2
Monensina sódica, em g/ animal/ dia	0,3	0,3	0,3	0,3
MS % ²	39,3	39,5	39,2	39,3
PB %	12,0	11,8	12,1	11,6
NDT % ³	74,9	74,9	74,0	74,0

¹ Tratamento SF (concentrado farelado com farelo de soja); SE (concentrado extrusado com farelo de soja); AF (concentrado farelado com algodão farelado); AE (concentrado extrusado com farelo de algodão).

² Matéria Seca (MS); Proteína Bruta (PB) obtidos por análise bromatológica.

³ Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) estimado pelo RLM® (Esalq/ USP, 1999).

Os tratamentos testados foram os seguintes:

SF: ração composta de silagem de milho, milho em grão moído, farelo de soja e suplemento mineral. O concentrado deste tratamento foi fornecido na forma farelada.

SE: ração composta de silagem de milho, milho em grão moído, farelo de soja e suplemento mineral. O concentrado deste tratamento foi fornecido na forma extrusada.

AF: ração composta de silagem de milho, milho em grão moído, farelo de algodão e suplemento mineral. O concentrado deste tratamento foi fornecido na forma farelada.

AE: ração composta de silagem de milho, milho em grão moído, farelo de algodão e suplemento mineral. O concentrado deste tratamento foi fornecido na forma extrusada.

As rações foram fornecidas diariamente às 8:00 horas com uma relação volumoso:concentrado de 50:50. Como volumoso foi utilizado a silagem de milho, a qual era retirada do silo pouco antes do fornecimento, pesada em balança eletrônica marca Toledo, modelo 2124/l com capacidade máxima 100 kg e com variação mínima de 20 g, misturada ao concentrado e homogeneizados às sobras do dia anterior.

Durante todo o período experimental foram efetuados ajustes na quantidade de alimento fornecido para cada animal, de acordo com avaliação visual e pesagem das

sobras, procurando mante-la entre 5 e 10 % do total oferecido, a fim de caracterizar o fornecimento à vontade.

Às rações foi adicionado núcleo mineral comercial (níveis de garantia: P-40g; Ca-146g; Na-56g; S-40g; Mg-20g; Cu-350mg; Zn-1300mg; Mn-900mg; Fe-1050mg; Co-10mg; I-24mg; Se-10mg e F-400mg), contendo monensina sódica, ionóforo comumente utilizado nas rações de bovinos confinados, objetivando a seleção da flora ruminal gram negativa, a fim de melhorar aspectos nutricionais diversos como a conversão alimentar e o ganho de peso.

Colheita de dados

Alimentos e sobras – A silagem foi amostrada em diferentes pontos do perfil do silo, para composição de uma amostra composta. Os concentrados foram amostrados imediatamente após a confecção dos mesmos e as sobras foram homogeneizadas e amostradas duas vezes por semana, sendo confeccionada uma amostra composta por período experimental.

Dejetos - As colheitas de dejetos foram realizadas uma vez por semana, segundo os procedimentos de coleta total diretamente sobre o piso. Para tanto as baias foram limpas 24 horas antes da coleta, realizada após raspagem, sendo então efetuada a homogeneização dos dejetos e retirada das amostras, que foram imediatamente congeladas para análise posterior de minerais.

Semanalmente foram caracterizados (quantitativa e qualitativamente) os dejetos produzidos pelos animais dos diferentes tratamentos, no intuito de avaliar a interferência da alimentação, idade e peso corporal nas quantidades e nas características químicas dos dejetos. Para tanto foram avaliadas as produções de dejetos segundo as dietas e os conteúdos de N, P, Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, Co, na massa excretada.

Quando os animais estavam com idade média de 420 dias, efetuou-se uma coleta extra de dejetos, com os quais foram alimentados 16 biodigestores batelada de bancada (4 dietas x 4 repetições), sendo que cada unidade representou um animal.

Buscou-se com esse processo verificar a influência das dietas sobre o desenvolvimento do processo, avaliar as produções potenciais de biogás, reduções dos teores de sólidos voláteis (SV) e sólidos totais (ST).

Para a quantificação dos teores de N, P, Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Zn, Cu e Co, os dejetos foram pré-secados em estufa de circulação forçada de ar, a 60°C, por 48 horas, determinando-se a primeira matéria seca. Após secas, as amostras foram finamente moídas, em moinho de facas, para realização da segunda matéria seca e posteriores análises. A produção de biogás foi avaliada diariamente.

Os biodigestores utilizados, representados na Figura 1, eram constituídos, basicamente, por três cilindros retos de PVC com diâmetros de 200, 250 e 300 mm, e altura de 500 mm, acoplados sobre uma placa de PVC com 25 mm de espessura e podem ser caracterizados como biodigestores de bancada, com capacidade média individual de 12 litros de substrato em fermentação. Os cilindros de 200 e 300 mm encontram-se um dentro 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”). 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 biodigestores foram dispostos sobre uma bancada, em condições de temperatura ambiente, abrigados da luz solar e chuvas.

Os teores de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) foram verificados conforme metodologia descrita pela APHA (1995). Os abastecimentos foram efetuados procurando-se obter substratos com teor de ST em torno de 8%, conforme expressões citadas em LUCAS JUNIOR. (1994). Os biodigestores foram avaliados por todo o período em que apresentaram produções de biogás. Na tabela 2 são apresentadas as quantidades utilizadas de água e fezes para obtenção de cada tratamento.

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 mesmos, 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).



Figura 1. Biodigestores batelada de bancada, utilizados no ensaio de biodigestão.

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 ST e SV adicionados nos biodigestores, além das quantidades de SV reduzidos durante o processo de biodigestão anaeróbia. Os valores foram expressos em m³ de biogás por kg de substrato, de dejetos ou de ST e SV.

Tabela 2. Componentes de cada substrato e teores de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) no abastecimento de biodigestores batelada com dejetos de animais em terminação, em função dos tratamentos.

Tratamentos ¹	Afluente					
	Fezes (kg)	Água (kg)	ST (%)	ST (kg)	SV (%)	SV (kg)
SF	5,09	7,54	8,76	1,11	8,05	1,02
SE	5,63	6,99	8,43	1,06	7,73	0,98
AF	4,37	8,63	7,48	0,97	6,80	0,88
AE	4,96	7,67	8,78	1,11	7,88	0,99

¹ Tratamento SF (concentrado farelado com farelo de soja); SE (concentrado extrusado com farelo de soja); AF (concentrado farelado com algodão farelado); AE (concentrado extrusado com farelo de algodão).

A determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Co e Mn, foi realizada segundo BATAGLIA et al. (1983). O N foi determinado conforme metodologia descrita por SILVA (1981). Para a digestão, foi utilizado um digestor Digesdahl Hach,

que realizou a digestão total da matéria orgânica utilizando ácido sulfúrico (H_2SO_4) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2).

Balanço de nutrientes (BN) – Foi realizado balanço de nutrientes, onde verificou-se a porcentagem do nutriente ingerido retida, ou seja, a quantidade ingerida menos o que foi perdido nas fezes, urina e pêlos dos animais. Optou-se pela realização do balanço de nutrientes, pois considerou-se que as informações obtidas foram suficientes para os esclarecimentos necessários, sendo também o possível a ser realizado, já que houve contaminação das fezes com a urina e pêlos dos animais.

Para o cálculo do balanço de nutrientes utilizou-se os valores de matéria seca (MS), ingeridos e excretados, conforme a seguinte fórmula:

$$BN \% = \frac{\text{Quantidade do nutriente ingerido (kg)} - \text{Quantidade do nutriente dos dejetos (kg)}}{\text{Quantidade do nutriente ingerido (kg)}}$$

Análises estatísticas

As médias foram avaliadas num delineamento inteiramente casualizado (quatro tratamentos e quatro repetições), analisado num arranjo fatorial 2x2, sendo os fatores: fonte protéica (farelo de soja e farelo de algodão) e tratamento físico (farelado e extrusado) com quatro repetições por tratamento. Foram realizadas as análises de variância, aplicando-se os testes F e Tukey, por intermédio do programa SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1990). O modelo matemático adotado na análise de variância foi:

$$Y_{ijk} = m + FP_i + TF_j + (FP*TF)_{ij} + E_{ijk},$$

em que: Y_{ijk} = variáveis dependentes; m = média geral de todas as observações; FP_i = efeito da fonte protéica de ordem i , sendo 1 = farelo de soja e 2 = farelo de algodão; TF_j = efeito do tratamento físico j , sendo 1 = farelado e 2 = extrusado; $(FP*TF)_{ij}$ = interação entre a i -ésima fonte protéica e o j -ésimo tratamento físico; E_{ijk} = erro aleatório residual.

Resultados e Discussão

A Tabela 3 apresenta os valores do balanço de nutrientes da matéria seca (BNMS). Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as médias estudadas, tampouco houve diferença entre as médias relacionadas às fontes protéicas e tratamentos físicos.

Tabela 3. Balanço de nutrientes da matéria seca (BNMS), das rações utilizadas na terminação de animais, em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados.

Variáveis	Tratamentos ¹				CV, % ²
	SF	SE	AF	AE	
BNMS	66,7	66,7	64,4	64,7	4,46
Fontes protéicas					
BNMS	Farelo de Soja		Farelo de Algodão		CV, % ²
	67,4		64,6		
Tratamento físico					
BNMS	Farelada		Extrusada		CV, % ²
	65,3		66,7		

¹ SF (concentrado farelado com farelo de soja); SE (concentrado extrusado com farelo de soja); AF (concentrado farelado com farelo de algodão); AE (concentrado extrusado com farelo de algodão).

² CV, coeficiente de variação.

As médias de BNMS para o período total foram 66,7; 66,7; 64,4 e 64,7%, respectivamente para os tratamentos SF, SE, AF e AE. Estes valores são próximos aos valores de digestibilidade aparente da MS de 65,4% observados por LEÃO et al. (2004) para rações fareladas e níveis de consumo semelhantes aos do presente estudo. Isto indicou não existir grande influência do tratamento físico ou da fonte protéica para a DMS e provavelmente este parâmetro esteja mais ligado ao nível de ingestão. Conforme relatou VAN SOEST (1994) o incremento do consumo ocasionou aumento na taxa de passagem, reduzindo conseqüentemente a digestibilidade. É importante ressaltar a relevância do acompanhamento da digestibilidade da matéria seca, pois está determina a fração do alimento que será perdida nas fezes do animal.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4 verificou-se efeito ($P<0,05$) dos tratamentos sobre os conteúdos de P nos dejetos. O tratamento AE diferiu dos tratamentos SF e SE e foi similar ao tratamento AF, este por sua vez diferiu do tratamento SF, sendo similar a SE. As médias encontradas foram 1,05; 1,03; 0,94 e 0,90 g/100 g de MS, respectivamente, para os tratamentos AE, AF, SE e SF.

Tabela 4. Teores de macro minerais N, P, Ca, Mg, K e Na (g/100 g de MS) e de micro minerais Fe, Mn, Zn, Cu, Co (mg/100 g de MS) nos dejetos de animais em terminação, em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados.

Variáveis	Tratamento ¹				Fonte protéica ²		Tratamento físico ³		CV, % ⁴
	SF	SE	AF	AE	FS	FA	F	E	
Nitrogênio	2,27	2,12	2,27	2,26	2,20	2,26	2,27	2,19	4,45
Fósforo	0,90 ^c	0,94 ^{bc}	1,03 ^{ab}	1,05 ^a	0,92 ^b	1,04 ^a	0,97	0,99	5,17
Cálcio	0,40	0,43	0,38	0,44	0,41	0,41	0,39 ^b	0,43 ^a	6,86
Magnésio	0,54	0,55	0,56	0,62	0,55 ^b	0,59 ^a	0,55	0,58	6,93
Potássio	1,57	1,44	1,40	1,62	1,51	1,51	1,48	1,53	11,24
Sódio	0,40	0,43	0,37	0,42	0,42	0,39	0,38	0,42	11,61
Ferro	114,50	136,13	113,44	117,95	125,31	115,70	113,97	127,04	21,02
Manganês	12,96	13,76	12,39	12,89	13,36	12,64	12,68	13,33	5,87
Zinco	15,27	15,16	14,84	15,46	15,22	15,15	15,06	15,31	5,67
Cobre	3,33	3,34	3,07	3,20	3,34	3,14	3,20	3,27	5,95
Cobalto	8,85	8,92	8,90	8,95	8,88	8,92	8,87	8,93	1,45

Médias seguidas de letras diferentes na linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ SF (concentrado farelado com farelo de soja), SE (concentrado extrusado com farelo de soja), AF (concentrado farelado com farelo de algodão), AE (concentrado extrusado com farelo de algodão).

² FS (farelo de soja), FA (farelo de algodão).

³ F (concentrado farelado), E (concentrado extrusado).

⁴ CV, coeficiente de variação.

Quando da análise das fontes protéicas, observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) para os conteúdos de P e Mg, sendo que as médias foram de 0,92 e 1,04; e 0,55 e 0,59 g/100 g de MS, respectivamente para os tratamentos com farelo de soja e farelo de algodão. As médias dos demais elementos não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$).

Quanto ao tratamento físico, houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias apenas para o conteúdo de Ca que apresentou valores de 0,39 e 0,43 g/ 100 g de MS, respectivamente para os tratamentos com concentrado farelado e extrusado. Os demais elementos não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$).

Os valores encontrados foram similares aos obtidos por autores que trabalharam com dejetos de bovinos: 2,05; 1,44 e 1,49% de N, P, K, respectivamente (HOPTGARTNER, citado por AMORIM, 2002), e ainda, 1,80 a 3,70% de N, 0,42 a 1,03% de P e 0,61 a 2,50% de K (KIEHL, 1985). Provavelmente os animais estudados por esses autores estiveram confinados, porém não houve detalhamento do manejo alimentar utilizado.

Conforme apresentado na Tabela 5, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos e fontes protéicas para redução de sólidos totais (RST) e redução

de sólidos voláteis (RSV), porém quando avaliou-se os tratamentos físico notou-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre os valores dos concentrados farelado e extrusado com médias de 27,76 e 37,69% para RST e 30,37 e 41,92% para RSV, respectivamente.

Tabela 5. Redução percentual de sólidos totais (RST) e sólidos voláteis (RSV) nos dejetos de animais em terminação, em função dos tratamentos, fontes protéicas e tratamentos físicos dos concentrados, após tratamento em biodigestor anaeróbio.

Variáveis	Tratamento ¹				Fonte protéica ²		Tratamento físico ³		CV, % ⁴
	SF	SE	AF	AE	FS	FA	F	E	
RST	28,49	38,91	27,03	36,48	33,70	31,75	27,76 ^b	37,69 ^a	22,56
RSV	30,60	43,20	30,14	40,65	36,90	35,40	30,37 ^b	41,92 ^a	20,98

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ SF (concentrado farelado com farelo de soja), SE (concentrado extrusado com farelo de soja), AF (concentrado farelado com farelo de algodão), AE (concentrado extrusado com farelo de algodão).

² FS (farelo de soja), FA (farelo de algodão).

³ F (concentrado farelado), E (concentrado extrusado).

⁴ CV, coeficiente de variação.

De acordo com AMORIM (2005) a menor redução de sólidos pode estar associada aos conteúdos de FDA e, principalmente, de lignina nos substratos, visto que a presença destas frações em maiores quantidades compromete a degradação dos substratos. Esta pode ser uma explicação para a maior redução de sólidos dos concentrados extrusados, pois apesar da quantidade de FDA nos dejetos provenientes dos animais que receberam concentrados farelado e extrusado serem semelhantes, possivelmente a extrusão alterou a relação dos componentes da FDA.

Nas Figuras 2 e 3 pode-se verificar as curvas de produção acumulada de biogás em m³ e em porcentagem. A produção de biogás até o 70^o dia foi muito pequena, permanecendo praticamente irrisória e correspondendo a aproximadamente 5% do total. A partir deste período houve um volume maior de produção de biogás, com altas produções até aproximadamente o 200^o dia.

Provavelmente este comportamento na produção de biogás tem relação com a utilização do ionóforo nos concentrados experimentais, que são utilizados na alimentação de ruminantes com o objetivo de aumentar a eficiência ruminal, inibindo a ação das bactérias gram positivas produtoras de acetato e selecionando as gram negativas produtoras de propionato (RUSSEL & STROBEL, 1989), diminuindo desta maneira a relação acetato:propionato, como foi observado por VARGAS et al. (2001), e

consequentemente diminuindo também a produção de metano, já que diminui a disponibilidade de hidrogênio e carbono, que são substratos para as bactérias metanogênicas, devido a produção maior de propionato (3C) em relação a produção de acetato (2C).

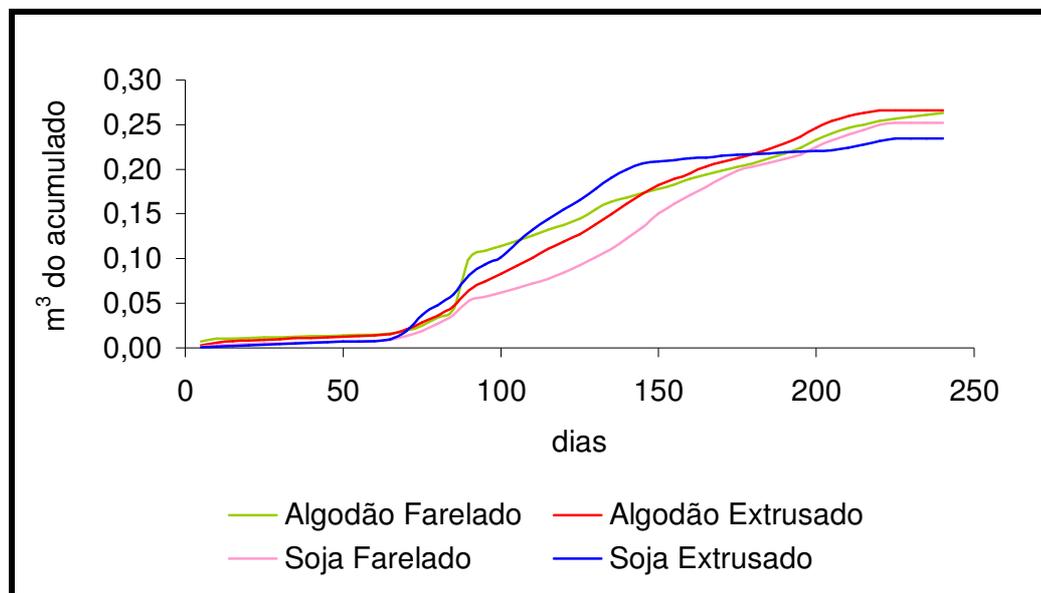


Figura 2. Produção acumulada de biogás em m³, produzido por dejetos de animais em terminação, em função dos tratamentos.

Deve-se considerar ainda que somente 40 a 50 % da monensina são absorvidos, e que esta fração é rapidamente metabolizada pelo organismo e excretada através da biliar, somado ao fato dela ser estável no fluído ruminal, abomasal e nas fezes (DONOHO et al., 1978). Pode-se concluir então que os efeitos da monensina nas fezes são semelhantes aos desencadeados no ambiente ruminal. DONOHO (1984) observou que as concentrações de monensina existentes nas fezes declinaram de 4,5 para 2,6 ppm depois de 70 dias de incubação. Isto explica o motivo da demora no início de produção de biogás. Pois nos primeiros 70 dias a ação da monensina impediu o crescimento da população de bactérias produtoras de acetato, diminuindo, assim, a disponibilidade de carbono e hidrogênio para as bactérias metanogênicas, que mesmo não sofrendo ação direta da monensina por serem gram negativas, também tiveram seu crescimento populacional afetado devido a falta de substrato.

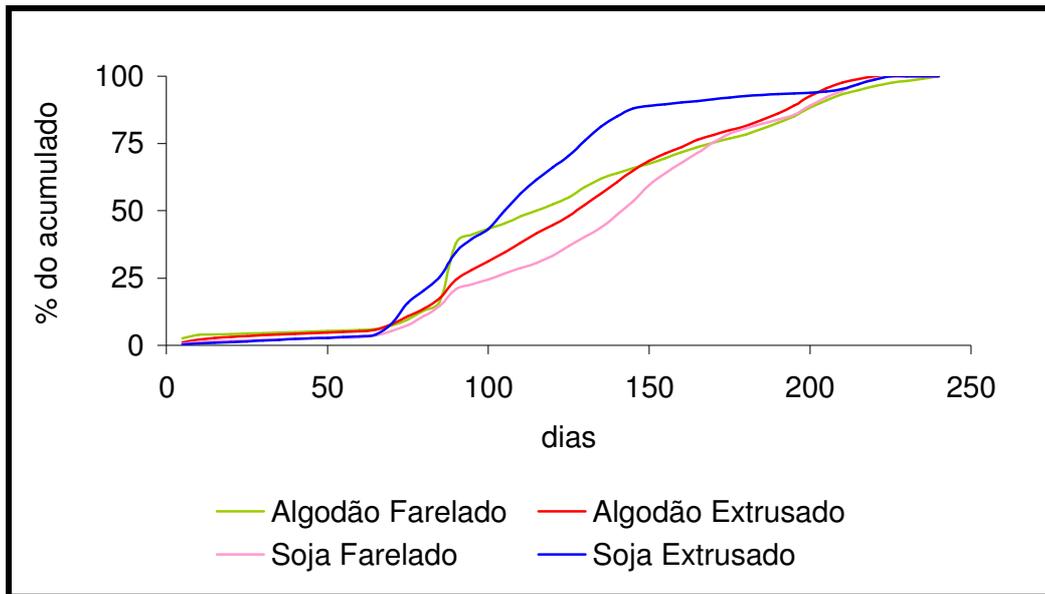


Figura 3. Produção acumulada de biogás em porcentagem, produzido por dejetos de animais em terminação, em função dos tratamentos.

De maneira prática este dado é relevante, pois em confinamentos comerciais que duram aproximadamente 100 dias, caso se objetive a utilização dos dejetos para produção de energia, apenas uma pequena parte da produção de metano ocorreria ao ar livre, sendo que a maior parte ocorreria no interior do biodigestor, onde é possível capturar o gás produzido. Desta forma, haveria produção de energia, enquanto o impacto ambiental seria diminuído, já que a combustão do metano resulta em gás carbônico, que contribui trinta vezes menos para o efeito estufa (JOHNSON et al. 1991).

Conclusões

Os resultados observados indicam haver pequena diferença no impacto ambiental proveniente dos dejetos dos animais, quando alimentados com farelo de soja ou farelo de algodão, o que sugere a adoção do uso do farelo de algodão, pois este possui reconhecidamente menor custo de aquisição.

Em relação aos tratamentos físicos, a inexistência de diferenças entre eles conduz à prática de utilização dos concentrados sob a forma farelada, já que a extrusão é um procedimento oneroso.

A demora dos substratos em iniciar a produção de biogás provavelmente está ligada à utilização de ionóforos nas rações, destacando-se a importância de novos estudos, nesse sentido, a fim de verificar a sua influência no retardamento da fermentação, no início da produção de biogás, bem como nos momentos de pico e produção total.

Referências

AHRING, B. K.; IBRAHIM, A. A.; MLADENOVSKA, A. Effect of temperature increase from 55 to 65° C on performance and microbial population dynamics of an anaerobic reactor treating cattle manure. **Water Research**, Amsterdam, v. 35, n. 10, p. 2246-2452, 2001.

AL-MASRI, M. R. Changes in biogas production due different ratios of some animal and agricultural wastes. **Bioresource Technology**, Texas, v. 77, n. 1, p. 97-100, 2001.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. APHA. **Standard methods for examination of water and waste water**. 19th. ed. Washington: American Water Works Association, 1995. 1134 p.

AMORIM, A. C. **Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes**. 2002. 108 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

AMORIM, A. C. **Avaliação do potencial de impacto ambiental e do uso da compostagem e biodigestão anaeróbia na produção de caprinos**. 2005. 129 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

ANDRIGUETO, J. M. et al. **Nutrição animal**: as bases e os fundamentos da nutrição animal. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1981. v. 1, p. 23-26.

ANUALPEC 2003: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: FNP Consultoria, 2003. p. 86.

ATKINSON, D.; WATSON, C. A. The environmental impact of intensive systems of animal production in the lowlands. **Animal Science**, Penicuik, v. 63, n. 3, p. 353-361, 1996.

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

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

DAMIANOVIC, M. H. R. Z. **Estudo do efeito de nutrientes no desempenho de reatores de manta de lodo em escala de bancada alimentados com efluente de processamento de milho**. 1992. 127 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1992.

DONOHO, A. L. Biochemical studies on the fate of monensin in animals and in the environment. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 6, p. 1528-1539, 1984.

DONOHO, A. L. et al. Metabolism of monensin in the steer and rat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Columbus, v. 26, n. 6, p. 1090-1096, 1978.

DOU, Z. et al. Managing nitrogen on dairy farms: an integrated approach. I. Model description. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 79, n. 11, p. 2071-2080, 1996.

FORESTI, E. et al. 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**, Texas, v. 93, n. 2, p. 109-117, 2004.

HIRATA, M. et al. Return of dung to behiagrass (*Paspalum notatum* Fliigge) pasture by dairy cattle. **Journal of Japanese Society of Grassland Science**, Nasushibara, v. 35, n. 4, p. 350-57, 1990.

JOHNSON, D. E. et al. New perspectives on ruminant methane emissions. In: C. WENK, C.; BOESSINGER, M. (Ed.). **Energy metabolism of farm animals**. Institut für Nutztierwissenschaften, Gruppe Ernährung, ETH, 1991. p. 376. (EAAP publication, 58).

KELLEHER, B P. et al. Advances in poultry litter disposal technology – a review. **Bioresource Technology**, Texas, v. 83, n. 1, p. 27-36, 2002.

LANNA, D. P. D. et al. **RLM 2.0: ração de lucro máximo**. Versão 2.0 Piracicaba: Esalq, Departamento de Zootecnia, Piracicaba – SP. 1999.

LEÃO, M. I. et al. Consumo e digestibilidade totais e parciais de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1604-1615, 2004.

LUCAS JUNIOR, J. et al. Avaliação do uso de inoculo no desempenho de biodigestores abastecidos com dejetos de frangos de corte com cama de maravalha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., 1993, Ilhéus. **Anais...Ilhéus: SBEA/ CEPLAC**, 1993. v. 2, p. 915-930.

MARSH, R.; CAMPLING, R. C. Fouling of pasture by dung. **Herbage Abstracts**, Bucks, v. 40, n. 2, p. 123-30, 1970.

MINAMI, K.; TANAKA, K. Atmospheric methane: sources, sinks and strategies for reducing agricultural emission. **Water Science Technology**, Oxford, v. 36, n. 6-7, p. 509-516, 1997.

NICHOLSON, F. A. et al. Heavy metal contents of livestock feeds and animal manures in England and Wales. **Bioresource Technology**, Texas, v. 70, p. 23-31, 1999.

O'CONNOR, C. Product development services available from extruder manufactures. In: **Extrusion technology for the food industry**. New York: Elsevier Applied Science, 1987. p. 71-75.

RAMACHANDRA, T. V.; KAMAKSHI, G.; SHRUTHI, B. V. Bioresource status in Karnataka. **Renewable and Sustainable Energy Review's**, Colorado, v. 8, n. 1, p. 1-47, 2004.

RUSSEL, J. B.; STROBEL, H. J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, DC, v. 55, n. 1, p. 1-6, 1989.

SAMPAIO, A. A. M. et al. Efeito da suplementação protéica sobre crescimento, terminação e viabilidade econômica de bezerros mestiços Canchim confinados pós-desmama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 823-831, 1998.

SAS INSTITUTE INC. **SAS user's guide**: statistics. Cary, NC.1990. 956 p.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1981. 166 p.

SPEECE, R. E. **Anaerobic biotechnology for industrial waste waters**. Tennessee: Vanderbilt University, 1996. 394 p.

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

TAMMINGA, S. A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 2, p. 3112-3124, 1996.

TEIXEIRA, I. A. M. A. **Métodos de estimativa de composição corporal e exigências nutricionais de cabritos F1 (Bôer x Saanen)**. 2004. 92 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

VAN HORN, H. H. et al. Components of dairy manure management systems. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 77, n. 7, p. 2008 -2030, 1994.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

VARGAS, L. H. et al. Influência de Rumensin®, óleo de soja e níveis de concentrado sobre o consumo e os parâmetros fermentativos ruminais em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1650-1658, 2001.

CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES

Os resultados desta pesquisa contribuem para responder parte dos atuais questionamentos dos produtores quanto aos alimentos a serem utilizados, pois ao confrontar o farelo de soja com o farelo de algodão não verificou-se diferença entre os parâmetros produtivos estudados, tais como: desempenho, deposição de tecido muscular, terminação da carcaça e conversão alimentar. Tampouco os resultados diferiram no quesito impacto ambiental, este último de menor interesse para a maioria dos produtores, mas de grande importância em nossos dias. Portanto, pode-se sugerir a adoção do uso do farelo de algodão, por este possuir menor custo de aquisição.

Quanto aos tratamentos físicos dos concentrados, deve-se atentar para a necessidade de novos estudos, tanto para o processo de extrusão, onde poder-se-ia verificar novos processos com diferentes combinações de pressão e temperatura, como com outros processamentos já utilizados, ou a serem criados, pois apesar de serem processamentos onerosos, possivelmente serão capazes de alterar as características nutricionais dos alimentos, havendo muito, ainda, a ser estudado.

Vale ressaltar que, possivelmente, os resultados deste estudo seriam diferentes se os animais fossem confinados ainda mais jovens, fato que os levaria à exigência por proteína de melhor valor biológico.

Por fim, é importante destacar que a produção animal gera impacto no ambiente, certamente não sendo a única, nem a maior fonte de poluentes, porém cabe aos pesquisadores da área produzir informações sobre as proporções desse impacto causado, bem como descobrir meios de amenizá-lo, utilizando, por exemplo, a biodigestão. O presente ensaio, ao verificar o retardamento do início da produção de biogás, provavelmente ligada à utilização do ionóforo nas rações, indicou a importância de novos estudos, a fim de verificar-se a influência desses no início da produção do biogás, bem como nos momentos de pico e produção total.

APÊNDICE

Apêndice 1. Resultados da análise estatística para as seguintes variáveis: peso inicial e final, ganho de peso corporal (GPC), áreas de olho de lombo (AOL) iniciais e finais, ganhos em área de olho de lombo (GAOL), espessura de gordura de cobertura (EGC) iniciais e finais, ganhos de espessura de gordura de cobertura (GEGC), ingestão de matéria seca (IMS), taxa de eficiência protéica (EP), conversão alimentar (CA), balanço de nutrientes da matéria seca (BNMS), da proteína bruta (BNPB), da fibra em detergente neutro (BNFDN) e da fibra em detergente ácido (BNFDA), teores de macro minerais N, P, Ca, Mg, K e Na e de micro minerais Fe, Mn, Zn, Cu, Co, redução percentual de sólidos totais (RST) e sólidos voláteis (RSV) nos dejetos de animais em terminação, em função dos tratamentos, fontes protéicas, tratamentos físicos dos concentrados e interação fonte protéica x tratamento físico.

Variáveis	Valores de F			
	Tratamento	Fonte Protéica	Tratamento Físico	Interações
Peso inicial, kg	0,711	0,826	0,268	0,992
Peso final, kg	0,703	0,313	0,816	0,611
GPC, kg/animal/dia	0,156	0,057	0,334	0,386
AOL inicial, cm ²	0,246	0,441	0,082	0,493
AOL final, cm ²	0,839	0,441	0,723	0,792
GAOL, cm ²	0,654	0,987	0,295	0,505
EGC inicial, mm	0,448	0,395	0,990	0,176
EGC final, mm	0,540	0,393	0,393	0,420
GEGC, mm	0,556	0,695	0,457	0,256
IMS, kg/animal/dia	0,556	0,827	0,182	0,736
IMS, % do PC	0,489	0,732	0,345	0,683
EP, kg GPC/kg IPB	0,067	0,021	0,244	0,399
CA, kg MS/kg GPC	0,059	0,012	0,304	0,456
BNMS	0,214	0,077	0,368	0,465
BNPB	0,008	0,006	0,104	0,053
BNFDN	0,291	0,351	0,109	0,627
BNFDA	0,128	0,270	0,039	0,654
Nitrogênio	0,148	0,191	0,127	0,202
Fósforo	0,003	0,001	0,349	0,682
Cálcio	0,061	0,863	0,012	0,359
Magnésio	0,068	0,038	0,181	0,208
Potássio	0,262	0,953	0,575	0,063
Sódio	0,307	0,339	0,113	0,743
Ferro	0,570	0,462	0,322	0,512
Manganês	0,141	0,084	0,115	0,718
Zinco	0,783	0,883	0,571	0,414
Cobre	0,206	0,0596	0,473	0,517
Cobalto	0,731	0,544	0,362	0,885
RST	0,108	0,608	0,020	0,898
RSV	0,064	0,699	0,010	0,788