

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**FONTES PROTÉICAS EM DIETAS À BASE DE CANA-DE-
AÇÚCAR PARA NOVILHAS LEITEIRAS**

Diego Azevedo Mota

Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Dezembro de 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**FONTES PROTÉICAS EM DIETAS À BASE DE CANA-DE-
AÇÚCAR PARA NOVILHAS LEITEIRAS**

Diego Azevedo Mota

Zootecnista

Orientadora: **Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli**

Co-orientadora: **Dra. Roberta Carrilho Canesin**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia (Nutrição e Alimentação Animal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Dezembro de 2011

M917f Mota, Diego Azevedo
Fontes proteicas em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhas leiteiras. / Diego Azevedo Mota. -- Jaboticabal, 2011
xix, 107 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011
Orientadora: Telma Teresinha Berchielli
Banca examinadora: Antônio Fernando Bergamaschine, Marcos Veiga dos Santos, Mauro Dal Secco de Oliveira, Ricardo Andrade Reis

Bibliografia

1. Digestibilidade. 2. Farelos proteicos. 3. Fermentação ruminal. 4. Metabolismo. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.085.2:636.2

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

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Diego Azevedo Mota – Filho de Lázaro Azevedo da Mota e Meyre Luce Silva Mota, nascido em 09 de julho de 1981, na cidade de Patos de Minas – MG. Em Março de 2001 ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - Unesp - Campus de Jaboticabal. Foi membro bolsista do grupo PET – Zootecnia de agosto de 2002 a julho de 2005, obtendo o título de Zootecnista em dezembro de 2005. Em fevereiro de 2008 obteve o título de Mestre em Zootecnia, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - Unesp - Campus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira. Em março de 2008 ingressou no curso de pós-graduação, Doutorado em Zootecnia, por essa mesma instituição, sob orientação da Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli. Em novembro de 2009 foi efetivado no cargo de Professor Assistente pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Campus de Parintins, onde permanece até o momento.

Se você pensa que é um derrotado,
Você será derrotado.
Se não pensar "quero a qualquer custo!"
Não conseguirá nada
Mesmo que você queira vencer
Mas pensa que não vai conseguir
A vitória não sorrirá pra você.

Se você fizer as coisas pela metade,
Você será fracassado.
Nós descobriremos neste mundo
Que o sucesso começa pela intenção da gente
E tudo se determina pelo nosso espírito

Se você pensa que é um malogrado,
Você se torna como tal
Se almeja atingir uma posição mais elevada,
Deve, antes de obter a vitória,
Dotar-se da convicção de que
Conseguirá infalivelmente.

A luta pela vida nem sempre é vantajosa
Aos fortes nem aos espertos.
Mas, cedo ou mais tarde, quem cativa a vitória
É aquele que crê plenamente
Eu conseguirei!

DEDICO

A DEUS E A NOSSA SENHORA DO CARMO, POR TUDO.

A minha esposa, Bruna. Queria que você soubesse que antes de conhecer eu acreditava que tinha tudo. Mas depois que você entrou na minha vida tenho certeza que eu era somente uma metade. Te amo muito.

A meu pai, Motinha (*in memória*) que mesmo não estando presente foi com certeza uma das maiores razões de todo o meu esforço. Como queria ver pelo menos um sorriso de orgulho seu a me ver conquistar mais essa vitória.

A minha mãe, Meyre, por todo amor e incentivo e por demonstrar a todo o momento que devemos agarrar as oportunidades como se fosse o último prato de comida da sua vida. Você é uma guerreira!

Aos meus irmãos, Douglas (Mogau) e Daniel, a minha cunhada (Danieli) e aos meus sobrinhos (Isis e Felipe) pelo carinho, amizade e por sempre acreditarem em mim. Obrigado por vocês existirem!

E aos meus tios Vicente e Verônica que me deram a oportunidade de lutar pelo meu maior tesouro, meu conhecimento.

AMO TODOS VOCÊS

OFEREÇO

AOS MEUS PRIMOS E AMIGOS

Um dia a maioria de nós irá se separar. Sentiremos saudades de todas as conversas jogadas fora, das descobertas que fizemos dos sonhos que tivemos, de todos os risos e momentos que compartilhamos...

Saudades até dos momentos de lágrima, da angústia, das vésperas de finais de semana, de finais de ano, enfim... Do companheirismo vivido... Sempre pensei que as amizades continuassem para sempre...

Hoje não tenho mais tanta certeza disso. Cada um de nós já está seguindo seu caminho, seja pelo destino, ou por algum desentendimento... Talvez continuemos a nos encontrar, quem sabe... Nos e-mails trocados...

Podemos nos telefonar... Conversar algumas bobagens. Aí os dias vão passar... Meses... Anos... Até este contato tornar-se cada vez mais raro. Vamos nos perder no tempo...

Um dia nossos filhos verão aquelas fotografias e perguntarão: Quem são aquelas pessoas? Diremos que eram nossos amigos. E... Isso vai doer tanto!!! Foram meus amigos, foi com eles que vivi os melhores anos de minha vida! A saudade vai apertar bem dentro do peito. Vai dar uma vontade de ligar, ouvir aquelas vozes novamente... Quando o nosso grupo estiver incompleto... Reuniremos-nos para um último adeus de um amigo. E entre lágrima nos abraçaremos... Faremos promessas de nos encontrar mais vezes daquele dia em diante. Por fim, cada um vai para o seu lado para continuar a viver a sua vidinha isolada do passado... E nos perderemos no tempo...

Por isso, fica aqui um pedido deste humilde amigo: não deixes que a vida passe em branco, e que pequenas adversidades sejam a causa de grandes tempestades...

Eu poderia suportar, embora não sem dor, que tivessem morrido todos os meus amores... Mas enlouqueceria se morressem todos os meus amigos!!!

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP-Jaboticabal, ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia e ao Departamento de Zootecnia.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

À FAPESP pelo financiamento do experimento.

À minha orientadora Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli pela confiança, orientação, ensinamentos, oportunidade e principalmente paciência.

A minha co-orientadora Dra. Roberta Carrilho Canesim pelas horas dedicadas a discussões dos resultados, atenção, colaboração e amizade.

Aos Professores Ricardo Andrade Reis; Mauro Dal Secco de Oliveira; Antonio Fernando Bergamaschine e Marcos Veiga dos Santos por aceitarem o convite de participar da banca examinadora e pelas valiosas sugestões a este trabalho.

Aos Professores Dr. Marcos Macari e Dra. Izabelle A. M. A. Teixeira e aos Doutores Flávio Dutra Rezende e Gustavo Resende Siqueira pelas contribuições na qualificação e por me mostrar a importância do estudo na vida acadêmica.

Ao meu grande amigo Wladimir Máximo pela dedicação ao trabalho, convivência e ajuda em todos os momentos.

A todos os meus amigos das Repúblicas Tocaia e Casa Verde pela amizade, conselhos e momentos de farra nestes anos inesquecíveis.

A toda equipe de orientados da Profa. Telma pela ajuda proporcionada.

E a todas as pessoas que participaram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

Beijo me liga, fui.....

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	Pág xi
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	
1. Introdução	1
2. Revisão de Literatura	3
2.1 Pecuária Leiteira Brasileira	3
2.2 Criação de Novilhas Leiteiras	5
2.3 A Cana-de-açúcar como Volumoso	7
2.4 Fontes Protéicas	9
2.5 Proteínas na Dieta de Ruminantes	12
2.6 Indicadores	15
2.7 Objetivos Gerais.....	16
2.8 Referências.....	17
CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DE INDICADORES EM ESTUDOS COM RUMINANTES: PRODUÇÃO FECAL, FLUXO DE DIGESTA E DIGESTIBILIDADE	
RESUMO	23
1. Introdução	25
2. Material e Métodos	26
3. Resultados	34
4. Discussão	37
5. Conclusão	41
6. Referências.....	41
CAPÍTULO 3 – EFEITOS DE DIETAS COM DIFERENTES FONTES PROTÉICAS NO METABOLISMO RUMINAL E PROTEICO DE NOVILHAS LEITEIRAS EM CRESCIMENTO	
RESUMO	45
1. Introdução	47
2. Material e Métodos	48
3. Resultados	59
4. Discussão	65
5. Conclusões	75
6. Referências.....	76
CAPÍTULO 4 – CONSUMO DE NUTRIENTES, DESEMPENHO PRODUTIVO E MEDIDAS CORPORAIS DE NOVILHAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES FONTES PROTÉICAS NA DIETA	
RESUMO	83

1. Introdução	85
2. Material e Métodos	86
3. Resultados e Discussão	93
4. Conclusões	101
5. Referências.....	102
CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES.....	106

LISTA DE TABELAS

	Pág
CAPÍTULO 2.	
Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e dos concentrados experimentais.....	27
Tabela 2. Porcentagem dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais.....	28
Tabela 3. Valores médios de produção de matéria fecais (PMSF) observado e estimado por diferentes indicadores.....	34
Tabela 4. Valores médios de recuperação de matéria seca fecal (RMSF), recuperação do indicador (RIND) e fluxo de matéria seca (FMS), estimados por diferentes indicadores e utilizando os métodos de único e duplo indicador.....	34
Tabela 5. Coeficientes da digestibilidade aparente total da matéria seca (DATMS), matéria orgânica (DATMO), proteína bruta (DATPB) e fibra em detergente neutro (DATFDN), observada e estimada por diferentes indicadores.....	35
Tabela 6. Coeficientes da digestibilidade aparente ruminal (DAR) e pós-ruminal (DAPR), da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro, estimados por diferentes indicadores e utilizando os métodos de único e duplo indicador.....	36
CAPÍTULO 3.	
Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e das rações experimentais	49
Tabela 2. Fracionamento de proteína do volumoso e das fontes proteicas utilizadas.....	49
Tabela 3. Porcentagem dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais.....	50
Tabela 4. Ingestões de matéria seca (IMS), proteína bruta (IPB), extrato etéreo (IEE), matéria mineral (IMM), matéria orgânica (IMO) e fibra em detergente neutro (IFDN), em kg/dia e porcentagem do peso corporal (% PC) de novilhas mestiças Holandês/Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína.....	59
Tabela 5. Fluxo de matéria seca (FMS), digestibilidade aparente total (DAT), ruminal (DAR) e pós-ruminal (DAPR) e taxa de passagem de	60

novilhas mestiças Holandês/Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína.....

Tabela 6. Excreção de creatinina, uréia, derivados de purinas, nitrogênio microbiano (Nmic), proteína microbiana (Pmic), eficiência de síntese microbiana (g Pmic/kgNDT), em novilhas mestiças Holandês/Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína..... 61

Tabela 7. Balanço de nitrogênio (N) de novilhas mestiças Holandês/Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína..... 62

Tabela 8. Médias de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) de novilhas mestiças Holandês, alimentadas com dietas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína..... 64

Tabela 9. Concentrações séricas de proteínas totais (PT), albumina (ALB), uréia (URE) e creatinina (CRET) de novilhas mestiças Holandês/Zebu, alimentadas com dietas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína..... 65

CAPÍTULO 4.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e dos concentrados experimentais..... 88

Tabela 2. Fracionamento de proteína do volumoso e das fontes proteicas utilizadas..... 88

Tabela 3. Porcentagem dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais..... 89

Tabela 4. Ingestões de matéria seca (IMS), proteína bruta (IPB), extrato etéreo (IEE), matéria mineral (IMM), matéria orgânica (IMO) e fibra em detergente neutro (IFDN), em kg/dia e porcentagem do peso corporal (% do PC) de novilhas mestiças Holandês x Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína..... 94

Tabela 5. Peso inicial (PI) e final (PF), ganho médio diário (GMD), eficiência alimentar (EA), conversão alimentar (CA), taxa de eficiência protéica (TEP) de novilhas mestiças Holandês/Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar e diferentes fontes de proteína, recriadas em confinamento..... 95

Tabela 6. Altura da cernelha (AC), altura da garupa (AG) e perímetro torácico (PT) de novilhas mestiças Holandês/Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar e diferentes fontes de proteína, recriadas em confinamento.....	99
Tabela 7. Estatísticas descritivas e correlações de Pearson de peso corporal (PC) e medidas corporais, de novilhas mestiças Holandês x Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar e diferentes fontes de proteína, recriadas em confinamento.....	100
Tabela 8. Peso observado (PO) e estimados pelas equações de Heinrichs et al. (1992) e por Reis et al. (2004).....	101

FONTES PROTEICAS EM DIETAS À BASE DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA NOVILHAS LEITEIRAS

RESUMO - Foram realizados três experimentos, sendo o primeiro na avaliação de indicadores em estudos com novilhas leiteiras para a determinação da produção fecal, fluxo de digesta e digestibilidade. O segundo experimento foi conduzido visando avaliar os efeitos de dietas com diferentes fontes protéicas (farelo de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo de girassol) no metabolismo, e o terceiro no desempenho produtivo e medidas corporais de novilhas mestiças Holandês/Zebu, alimentadas com 60% de cana-de-açúcar e 40% de concentrado na dieta. No primeiro e segundo experimentos foram utilizadas oito novilhas mestiças Holandês/Zebu, distribuídas em duplo quadrado latino 4x4. No terceiro, foram utilizadas 24 novilhas mestiças Holandês/Zebu distribuídas no delineamento experimental utilizado, o qual foi em blocos casualizados, constituído por seis repetições e quatro tratamentos. Os indicadores Cr-EDTA, YbCl₃ e o FDNi não estimaram produção fecal de forma eficiente ($P < 0,05$), obtendo resultado de 1,64, 1,71 e 2,71 kg/dia, respectivamente. O valor estimado de fluxo de matéria seca pela associação Cr-EDTA/YbCl₃, utilizada na forma de duplo indicador, foi o mais confiável, devido a melhor recuperação dos indicadores externos (Cr-EDTA e YbCl₃), que obtiveram médias de 89% e 85%, respectivamente, em comparação ao interno (FDNi), que obteve média 67%. Os coeficientes de digestibilidade ruminal e pós ruminal dos nutrientes avaliados, estimados pela associação Cr-EDTA/YbCl₃, também foram considerados os melhores valores, em consequência do valor de fluxo de matéria seca estimado por esta associação. Os valores de digestibilidade aparente total, ruminal e pós-ruminal observados não apresentaram diferenças estatísticas para as fontes proteicas avaliadas ($P > 0,05$). A taxa de passagem e tempo de retenção não foram observadas diferenças estatísticas entre as fontes proteicas ($P > 0,05$) e apresentaram valores médios de 1,94 kg/dia; 3,43 % h e 30,47 horas, respectivamente. A excreção dos derivados de purina e as concentrações de creatinina e ureia não sofreram influência dos diferentes tratamentos ($P > 0,05$). A

produção e eficiência de proteína microbiana, as quais também não apresentaram diferença estatística, apresentaram valores médios de 585,3 g/dia e 167,04 g Pmic/ kg NDT. O balanço de compostos nitrogenados expresso, tanto em g/dia, quanto em % N ingerido também não foi observadas diferenças estatísticas entre as fontes proteicas. As concentrações dos metabólicos proteicos sanguíneos e parâmetros ruminais, não tiveram influência das fontes proteicas. Entretanto, foi observada diferença significativa nas concentrações médias dos metabólicos sanguíneos e nos parâmetros ruminais entre os horários de coleta ($P < 0,05$). No ensaio de desempenho produtivo as ingestões de extrato etéreo, em kg/dia e porcentagem de peso corporal (%PC) apresentaram diferença em relação às fontes proteicas utilizadas ($P < 0,05$). Já, as ingestões de proteína bruta, matéria orgânica, matéria mineral e matéria seca não apresentaram diferença estatística, tanto kg/dia, quanto em porcentagem de peso corporal ($P > 0,05$). O ganho médio diário de peso e o peso corporal final (kg) foram 0,95; 0,87; 0,86 e 0,82 kg/dia e 289,00; 280,00; 279,77 e 277,33 kg, para as dietas que continham os farelos de soja, algodão, amendoim e de girassol, respectivamente, foram influenciadas pelos tratamentos ($P < 0,05$). Sendo que o ganho médio da dieta com o farelo de soja foi superior a dieta com farelo de girassol e para o peso corporal final a dieta com o farelo de soja foi superior aos demais. A eficiência alimentar, conversão alimentar e a taxa de eficiência proteica não foram afetados pelas fontes proteicas utilizadas ($P > 0,05$). As medidas corporais não apresentaram diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$). A medida biométrica perímetro torácico apresentou maior grau de associação com o peso corporal (0,93). Equações de predição do peso corporal com base no perímetro torácico apresentam maior acurácia em relação às equações baseadas em outras medidas lineares. O farelo de soja apresentou os melhores resultados no metabolismo e no desempenho produtivo de novilhas mestiças Holandesa x Zebu alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar e diferentes fontes de proteína. Contudo, as demais fontes proteicas podem ser possíveis substitutos do farelo de soja.

Palavras-Chave: digestibilidade, farelos proteicos, fermentação ruminal, ganho de peso, metabolismo

PROTEIN SOURCE IN DIETS BASED ON SUGAR CANE FOR DAIRY HEIFERS

ABSTRACT - Experiments were carried, the first evaluating indicators in studies with dairy heifers for the determination of fecal output, digestibility and digest flow. The second experiment was conducted to evaluate the effects of diets with different protein sources (soybean meal, cottonseed meal, peanut meal and sunflower meal) in metabolism, and the third on growth performance and body measurements of heifers' crossbred Holstein / Zebu fed 60% of sugar cane and 40% concentrate diet. In the first and second experiments were used eight heifers' crossbred Holstein / Zebu, distributed in two 4x4 Latin square. In the third, we used 24 crossbred heifers' Holstein / Zebu distributed in the experimental design, which was a randomized blocks design, consisting of six replicates and four treatments. The indicators Cr-EDTA and YbCl₃ iNDF not estimate fecal output efficiently ($P < 0.05$), obtaining a result of 1.64, 1.71 and 2.71 kg / day, respectively. The estimated flow of dry matter by the association Cr-EDTA/YbCl₃, used in the form of double indicator, was the more confident due to better recovery of external markers (Cr-EDTA and YbCl₃), who obtained 89% and 85% values of average, respectively, compared to the internal indicator (iNDF), who obtained an average of 67%. The coefficients of ruminal and post ruminal digestibility of nutrients, Cr-EDTA/YbCl₃ estimated by the association, were also considered the best values in consequence of the flow of dry matter estimated by the association. The total apparent digestibility, ruminal and post ruminal observed no significant differences for the protein sources tested ($P > 0.05$). The passage rate and retention time were not significant differences between protein sources ($P > 0.05$) and mean values of 1.94 kg / day, 3.43% h and 30.47 hours, respectively. The excretion of purine derivatives and creatinine concentrations and urea were not influenced by the different treatments ($P > 0.05$). The production and efficiency of microbial protein, which also showed no statistical difference, mean values of 585.3 g / day and 167.04 g PMIC / kg TDN. The balance of nitrogen expressed both in g / day, as in % N intake was not significant differences between protein sources. The concentrations of blood metabolites and ruminal parameters, did not affect protein

sources. However, significant differences were observed in mean concentrations of blood metabolic and rumen parameters between the hours of collection ($P < 0.05$). In productive performance test intakes of fat, in kg / day and percentage of body weight (% BW) showed differences in relation to the protein sources used ($P < 0.05$). Already, intakes of crude protein, organic matter, mineral matter and dry matter showed no statistical difference in both kg / day, and in percentage of body weight ($P > 0.05$). The average daily gain and final body weight were 0.95, 0.87, 0.86 and 0.82 kg / day and 289.00, 280.00, 279.77 and 277.33 kg for the diets containing soybean, cottonseed, peanut and sunflower meal, respectively, were affected by the treatments ($P < 0.05$). Since the average gain of the diet with soybean meal diet was higher with sunflower meal and the final body weight the diet with soybean meal was higher than others. The feed efficiency, feed conversion and protein efficiency rate were not affected by the protein sources used ($P > 0.05$). The body measurements showed no difference between treatments ($P > 0.05$). The biometric measurement heart girth had a greater degree of association with body weight (0.93). Prediction equations of body weight based on heart girth have a higher accuracy compared to other equations based on linear measurements. Soybean meal showed the best results in metabolism and growth performance of crossbred Holstein x Zebu heifers fed diets based on sugar cane and different sources of protein. However, all other protein sources may be possible substitutes for soybean meal.

Keywords: digestibility, metabolism, protein meals, ruminal fermentation, weight gain

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

Nos últimos 20 anos, os níveis tecnológicos alcançados pelos produtores rurais brasileiros, atingiram patamares expressivos que podem ser mensurados pelo aumento da produtividade no campo. Hoje o agronegócio pode ser compreendido como o somatório das divisas geradas pelos setores produtivos associados a toda cadeia ligados a este setor. Nos anos de 2001 a 2010, o PIB agropecuário cresceu a 3,05% ao ano (CEPEA, 2011) enquanto o PIB total obteve um crescimento médio anual de 3,6% (IBGE, 2010). Dentro deste contexto, o setor leiteiro é de fundamental importância para o setor agropecuário brasileiro, tendo em vista que a atividade leiteira participa na formação da renda de grande número de produtores, além de ser responsável por elevada absorção de mão-de-obra rural (contratada e familiar), propiciando a fixação do homem no campo.

Este setor vem passando por transformações nos últimos anos em decorrência do processo de globalização. A abertura da economia exige que os produtores de leite se tornem mais competitivos e possam desta maneira, permanecer na atividade. Entretanto, para isso há a necessidade de aumento da produtividade e a redução dos custos de produção.

Uma forma de aumento da produtividade, entre outras existentes, é a adequada atenção à fase de recria de fêmeas na pecuária leiteira por parte dos pecuaristas. Esta fase comumente é a mais negligenciada dentro das propriedades e por este motivo acarreta em perdas na rentabilidade do sistema produtivo. Essas perdas podem ser reparadas, quando a devida atenção é dada a essa fase no aspecto nutricional de sua criação, tendo como objetivos alcançar o peso ideal de cobertura no intervalo dos 15 aos 18 meses, os quais seriam de 340 a 380 kg para as raças de grande porte (Holandês e Pardo Suíça), de 270 a 290 kg para a Girolanda e de 240 kg para a Jersey, e obter o primeiro parto das novilhas antes dos 28 meses de idade, com um peso de aproximadamente 490 - 520 kg para a Holandesa e Pardo Suíça, 370 - 390 kg para Girolanda e 320 - 340

kg para a Jersey, para que esses animais iniciem a sua participação no plantel produtor de leite o mais rápido possível (PEREIRA et al., 2010).

Para a obtenção destes índices zootécnicos, a adoção de um plano alimentar adequado nutricionalmente é de fundamental importância. Entretanto, sabe-se que o custo com a alimentação representa a maior parcela dos custos da atividade pecuária, o que na maioria das vezes se torna argumento para não adoção de medidas para correta criação das fêmeas de recria.

Na busca de alternativas para uma alimentação economicamente mais viável aos produtores de novilhas leiteiras, a cana-de-açúcar torna-se uma alternativa muito interessante, pois vem deixando de ser discriminado pelo baixo teor de proteína e tem ganhado o status de forrageira energética. Mas suas justificativas de utilização continuam as mesmas, sendo que as principais são: a alta produtividade, com conseqüente baixo custo por unidade de matéria seca; amadurece no período da seca; e por apresentar baixo risco agrônomo. Entretanto, este volumoso, por si só não é suficiente para permitir ganho de peso aos animais, quando o enfoque é diminuir idade ao primeiro parto, sendo necessária a adoção de alimentos concentrados, compondo uma dieta completa, com o objetivo de corrigir o baixo teor protéico apresentado por esta forrageira.

O farelo de soja é um ingrediente proteico tradicionalmente utilizado na pecuária leiteira por ser um alimento de qualidade nutricional já comprovada. Porém, este ingrediente é responsável por uma grande parcela no custo relativo da ração concentrada. Neste contexto, vem crescendo o interesse dos produtores por informações acerca de alimentos alternativos, que possam substituir parcial ou totalmente os alimentos tradicionais, o que terá como conseqüência a redução no custo com alimentação.

Fontes protéicas alternativas ao farelo de soja, como os farelos de algodão, amendoim e girassol, têm sido avaliados por pesquisadores nos últimos anos e fatores como a disponibilidade regional e a facilidade de transporte e armazenamento também são preponderantes na adoção destas fontes proteicas na alimentação animal.

Devido aos fatos apresentados, é de fundamental importância a busca por respostas de qual fonte protéica associada a dietas utilizando como fonte de volumoso a cana-de-açúcar, proporcionará melhores condições de fermentação ruminal, e conseqüentemente melhor desempenho produtivo a novilhas leiteiras em fase de recria.

2. Revisão de Literatura

2.1. Pecuária Leiteira Brasileira

A atividade leiteira no Brasil caracteriza-se como um setor gerador de muitos empregos e renda. Somente na produção primária, a atividade leiteira ocupa mais de 3,6 milhões de pessoas, representando um importante papel socioeconômico (ALVIM et al., 2002). Segundo MARTINS & GUILHOTO (2001), a cada R\$ 1,00 de aumento na produção no sistema agroindustrial do leite no Brasil, há um acréscimo de R\$ 4,98 no aumento do PIB o que coloca à frente de setores importantes, como siderúrgica e indústria têxtil. Os mesmos autores afirmaram que, em termos de geração de emprego, uma elevação da demanda final por produtos lácteos em R\$ 1 milhão gera anualmente 195 empregos permanentes no setor, suplantando setores como o automobilístico e construção civil. De acordo com os dados da CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (2011), o leite ocupou, em 2010, o sexto lugar em valor bruto na produção agropecuária brasileira, com valor de R\$ 22,3 bilhões, sendo ultrapassado somente pela soja, carne bovina, milho, frango e cana-de-açúcar, mas a frente do café beneficiado, do feijão, da suinocultura e do arroz.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), pôde-se constatar que no período de 1990 a 2010, a produção de leite no Brasil apresentou crescimento expressivo, passando de 14,25 para 29,48 bilhões de litros, registrando aumento de 106,87%. No que se refere à produtividade média das vacas, no mesmo período de comparação, o aumento foi de 712 para

1.700 kg/vaca/ano, apresentando crescimento real de 138,76%, ou seja, maior do que observado na produção.

Apesar do índice de produtividade do rebanho brasileiro ter melhorado, o mesmo ainda é considerado baixo, principalmente quando comparados com dados de rebanhos de países de clima temperado. De acordo com os dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2010), a vaca leiteira no Brasil produz em média 1534 kg/ano, enquanto no Japão se produzem 9330 kg/ano, no Canadá 8406 kg/ano e nos Estados Unidos 9603 kg/ano.

Neste sentido, a cadeia produtiva do leite é uma das mais complexas do Agronegócio Brasileiro e vem enfrentando mudanças rápidas e significativas nos últimos anos (MARTINS, 2005; TETZNER et al., 2005). Estas mudanças podem ser observadas no perfil das agroindústrias envolvidas no processamento do leite, na geografia da produção primária e no destino dos produtos lácteos (ANUALPEC, 2010). Quando foi criada no país em 1990 uma política de abertura comercial, associada com o fim do controle estatal de preços ao produtor e ao aumento no consumo no mercado interno, os investimentos no negócio leiteiro passaram a ser bem mais atraente, o que desencadeou uma reorganização da agroindústria do leite (DÜRR, 2004).

Toda essa reorganização transformou a pecuária leiteira nacional, levando o mercado lácteo a apresentar uma competitividade em custos de produção e uma capacidade de expansão muito além do que a média mundial. Contudo, o nível de produtividade apresentado ainda está muito aquém do padrão internacional. Outro ponto importante alcançado pela pecuária leiteira brasileira é que o país assumiu uma importante posição de exportador de leite e derivados, fato que pode ser considerado uma virada comercial importante, e que poderá trazer uma série de benefícios para diversos elos da cadeia produtiva. Para o Brasil exportar se traduz em alavancar a modernização de todo o setor e manter o produtor na atividade leiteira (MIRANDOLA, 2006).

2.2. Criação de Novilhas Leiteiras

O processo produtivo na bovinocultura leiteira é composto por várias etapas de criação dos animais envolvidos, sendo todas interdependentes, de tal forma que o mau desempenho em uma delas acarretaria em prejuízos em todo sistema. Entre todas as categorias envolvidas, a fase de recria pode ser considerada uma das mais importantes, pois determinará o futuro potencial de produção em uma propriedade, visto que serão as novilhas de reposição que ocuparão o lugar dos animais descartados no plantel das vacas em lactação.

O objetivo básico da criação de novilhas é permitir que as mesmas desenvolvam todo o potencial máximo durante a lactação, a uma idade desejada, com o mínimo custo. Entretanto, na grande maioria das propriedades, o manejo de novilhas após o desmame, torna-se um desafio porque elas são tratadas como animais de menor prioridade no rebanho, já que não apresentam impacto sobre a receita da propriedade, quando comparadas com as vacas lactantes.

Pensando na propriedade como um todo, torna-se clara a ideia de que é importante minimizar os custos de criação das novilhas de reposição, mas esta redução nos custos não pode ser utilizada como desculpa para os produtores negligenciarem esta fase de criação. SIGNORETTI et al., (2008), afirmaram que os gastos financeiros com a criação de animais de reposição em rebanhos leiteiros é a segunda maior fonte de despesas em um sistema de produção (15 a 20% do custo da atividade leiteira), ficando atrás somente dos gastos com as vacas em lactação.

A maneira mais adequada de minimizar os custos de produção de uma novilha e fazer com que a mesma atinja a puberdade o mais rápido possível, sendo que a principal fonte de variação para o início desta fase é o nível de alimentação. Enquanto a subalimentação contribui para atrasar a idade ao primeiro parto e reduzir a vida produtiva do animal, a alimentação em excesso, além de antieconômica, pode ter efeito negativo sobre o desenvolvimento da glândula mamária no período que antecede a puberdade (PEREIRA et al., 2010).

A relação entre o nível de alimentação durante o período de criação e a futura produção de leite da novilha tem sido intensamente estudada (SILVA et al., 2002; DANIELS et al., 2006; MENDES NETO et al., 2007) e parece bem estabelecida. O aumento da concentração de energia da dieta, dos três meses de idade até a puberdade, resulta em taxas elevadas de ganhos de peso, e pode prejudicar o desenvolvimento da glândula mamária através da substituição do parênquima mamário (células secretoras de leite) pelo tecido adiposo, independentemente do tipo de dieta (SERJSEN & PURUP, 1997). A magnitude deste efeito pode ser observada no trabalho de FOLDAGER et al. (1988) citado por SERJSEN & PURUP (1997), onde os autores observaram que a média de idade ao primeiro cio diminuiu de 16,6 para 8,4 meses à medida que a taxa de ganho de peso aumentou de 450 para 850 g/dia.

Alguns pesquisadores (SILVA et al., 2002; DAVIS RINCHER et al., 2008) têm questionado se o aumento de todos os nutrientes da dieta, e não só da energia, também prejudicaria o desenvolvimento da glândula mamária. A alimentação com maior concentração de proteína poderia reduzir os riscos sobre o desenvolvimento da glândula mamária quando as novilhas fossem alimentadas para ganhos de peso maiores que 900 g/animal/dia (SILVA et al. 2002). Essa proteína extra permitiria redução na idade ao primeiro parto e nos custos de criação, sem prejudicar a produção de leite. Entretanto, os resultados obtidos até o momento ainda não permitem tirar conclusões definitivas sobre este aspecto, de forma que prevalece o conceito de que ganhos de peso maior que 800g/animal/dia, antes da puberdade, aumentam significativamente os riscos de redução na futura produção de leite da novilha (PEREIRA et al., 2010). Ao avaliarem o efeito de dietas com altos teores de proteína bruta (16,3 e 19,4%) que permitiram ganhos diários de peso corporal para novilhas da raça Holandês de 800 e 1200g/dia, respectivamente, RADCLIFF et al. (1997) relataram que não houve efeito do elevado ganho nem do excesso de proteína no desenvolvimento mamário das novilhas. Os mesmos autores concluíram que não foi o ganho de peso que influenciou no desenvolvimento da glândula mamaria e sim a gordura depositada e presente no corpo das novilhas.

Conforme relatado, a alimentação correta visa, em última análise, obter vacas que possam alcançar patamares máximos de produção, de modo que o sucesso não possa ser medido por meio de taxas médias de ganho de peso ou eficiência de utilização de alimentos, mas por meio do potencial de produção de leite da novilha quando esta torna-se vaca.

2.3. A Cana-de-açúcar como Volumoso

Há décadas os pecuaristas do Brasil sofrem com a sazonalidade da produção forrageira e para eliminar este efeito ou pelo menos atenuá-lo vem utilizando a cana-de-açúcar, na alimentação de bovinos na época da estação seca (THIAGO & VIEIRA 2002).

Atualmente, a cana-de-açúcar vem deixando de ser discriminada pelo baixo teor de proteína e vem ganhando o status de forrageira energética. Além disso, algumas características tais como: o fácil cultivo; baixo custo de matéria seca produzida por unidade de área; coincidência de sua maior disponibilidade com o período de escassez de forragem e possuir um comportamento fisiológico diferente das outras gramíneas tropicais, onde a sua digestibilidade total aumenta com a maturidade da planta, mantendo esse valor nutritivo por longo tempo após a maturação, tem justificado a escolha da cana-de-açúcar como alternativa de volumoso na dieta de bovinos no período que compreende a estação seca do ano (FERNANDES et al., 2001; MAGALHÃES et al., 2004).

Outro fator a ser destacado quanto ao uso da cana-de-açúcar como forrageira, é que entre todas as gramíneas tropicais, esta detém o maior potencial de produção de energia, conseguindo em um único corte produções entre 15 e 20 toneladas de nutrientes digestíveis totais (NDT) por hectare, em comparação com o milho, sorgo e mandioca que produzem cerca de oito toneladas de NDT/ha (LIMA & MATTOS, 1993). O valor nutricional da cana-de-açúcar *in natura* está diretamente ligado ao seu teor de açúcar que pode chegar a 50% na matéria seca proporcionando valores de nutrientes digestíveis totais da ordem de 55 a 60% (OLIVEIRA, 1999).

OLIVEIRA (1999) destacou que os fatores mais importantes que afetam a qualidade da cana-de-açúcar como alimento para ruminantes, é idade da planta e variedade e seus constituintes fibrosos. Neste contexto, os constituintes da fibra das forrageiras são considerados de grande importância, por duas razões principais, pois compreendem a maior fração da matéria seca da planta; e constituem a fração da planta menos digerida no trato digestivo e a mais lentamente digerida no rúmen (THIAGO & GILL, 1993). O resultado é um alimento nutricionalmente desbalanceado e que oferecido como único alimento por vezes pode não atender as exigências de manutenção dos animais (THIAGO & VIEIRA, 2002). No entanto, a cana-de-açúcar pode promover diferentes níveis de desempenho animal, dependendo da forma em que for suplementada.

Contudo, deve-se destacar que este volumoso, apresenta alguns aspectos negativos quanto à composição química. Aspectos como: a) baixo teor protéico, não ultrapassando 4%, além do que essa proteína é de baixa digestibilidade; b) baixa ingestão devido à qualidade de sua fibra; e c) baixos teores da maioria dos minerais, principalmente o fósforo (OLIVEIRA, 1999; THIAGO & VIEIRA, 2002).

Neste aspecto, deve-se considerar que dietas à base de cana-de-açúcar possuem grande quantidade de carboidratos solúveis e oferece condições favoráveis ao crescimento de protozoários, que, em alta população, prejudicam o crescimento de bactérias em virtude da maior predação, tornando necessária a adição de uma fonte de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP), como a ureia, a fim de elevar o teor de proteína bruta e maximizar a produção bacteriana (CORDEIRO et al., 2007).

De acordo com KANRA (2005), aproximadamente 80% das bactérias ruminais, particularmente as celulolíticas, utilizam melhor a amônia como forma de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana e, portanto, é necessária disponibilidade adequada deste composto para que ocorra o crescimento desses microrganismos. Todavia, STACCHINI (1998) relatou que a eficiência da síntese microbiana pode ser limitada em dietas com cana-de-açúcar e ureia pela ausência ou pequena disponibilidade de formas orgânicas de nitrogênio (proteína verdadeira). Contudo, SILVEIRA et al. (2009a), não observaram diferença na

eficiência de síntese microbiana em bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar adicionado de diferentes fontes de nitrogênio (ureia, glúten de milho ou farelo de soja).

De qualquer maneira, o baixo teor protéico da cana-de-açúcar exige fonte suplementar de proteína na dieta, mesmo quando a esta é adicionada ureia (PINTO et al., 2003). Com esta finalidade, os farelos são bastante utilizados na suplementação de dietas à base de cana com ureia, fornecendo amido e/ou proteína que escapariam à digestão microbiana do rúmen, sendo absorvidos como glicose e aminoácido no intestino delgado (AROEIRA et al., 1993). De acordo com FARIA (1993), os piores resultados obtidos com a cana-de-açúcar como alimento para os bovinos podem ser consequência de resultados obtidos em ensaios de alimentação em que o desbalanceamento das dietas provocou resultados muito desfavoráveis, tornando-se necessária, portanto, uma suplementação adequada de acordo com a categoria animal a ser alimentada.

Em revisão a respeito da utilização da cana-de-açúcar na nutrição animal PINTO et al. (2003) salientaram que são necessárias mais informações técnicas a respeito deste alimento e de tratamentos a serem utilizados para que se possa maximizar a utilização de seus nutrientes pelos ruminantes. Portanto, a cana deve ser considerada como um volumoso cujos nutrientes não são suficientes para atender todas as exigências nutricionais dos animais ruminantes, pois fornece baixas concentrações de proteínas e minerais, não devendo ser utilizada como único alimento. Para que se possa obter um melhor aproveitamento, aumentando a digestibilidade e mantendo seu valor nutritivo, deve-se fazer uma suplementação adequada de acordo com a categoria animal a ser alimentada.

2.4. Fontes Proteicas

TEIXEIRA (1998) relatou que a soja é uma das mais importantes culturas para produção de grãos destinados a indústria para obtenção do óleo e farelo. Este ingrediente pode ser usado na alimentação animal na forma de semente, casca ou farelo. Dentre os vários subprodutos originados do grão de soja

podemos destacar o farelo de soja, o qual é um subproduto obtido após a extração do óleo para consumo humano. Este subproduto é a principal fonte de proteína utilizada na nutrição animal e apresenta em média teores que vão de 45 a 52% de proteína bruta. O farelo de soja é essencialmente uma fonte de proteína classificada como intermediária em relação à concentração de proteína não degradável no rúmen. Em relação aos teores de aminoácidos, o farelo de soja apresenta um reduzido teor de aminoácidos sulfurados (metionina e triptofano) e elevado teor de lisina (SANTOS, 2006), fato considerado comum a todos os grãos de leguminosas.

O farelo de algodão representa a segunda mais importante fonte de proteína disponível para alimentação animal, sendo uma das fontes proteicas mais usuais na alimentação de gado de leite e de corte (BUTOLO, 2002). Este ingrediente possui em média de 38 a 45% de proteína bruta, boa palatabilidade, e pode substituir totalmente o farelo soja em dietas para animais ruminantes. O elevado teor de fibra e a presença do gossipol, encontrado nas glândulas de óleo do caroço, são os principais fatores limitantes quanto à utilização desse ingrediente nas dietas formuladas. Entretanto, na maioria dos farelos, o conteúdo de gossipol total está em torno de 1% sendo, desse total, somente 0,1% está na forma livre, que se liga quimicamente ao ferro da dieta, tornando-o indisponível, causando problemas relacionados ao aparecimento de deficiências de ferro (TEIXEIRA, 1998). Além disso, o farelo de algodão é rico em fósforo e apresenta teores de metionina e triptofano semelhantes ao farelo de soja (LANA, 2000). Porém, este ingrediente apresenta concentrações de lisina menores quando comparados ao farelo de soja (SANTOS, 2006).

O farelo de girassol é uma matéria-prima que vem conquistando o espaço no mercado de ingredientes utilizados na nutrição animal, em consequência do incentivo ao plantio do girassol e aumento de consumo desse óleo no Brasil, o que aumentou a oferta desse farelo no mercado (GRUNVALD, et al., 2008). Segundo TEIXEIRA (1998) o farelo de girassol é resultante da moagem das sementes de girassol no processo industrial para extração de seu óleo para consumo humano. Neste ingrediente é permitida a detecção de cascas de girassol, desde que não

ultrapasse o nível máximo estipulado para fibra bruta (15%) (BUTOLO, 2002). É considerada uma fonte proteica de boa aceitabilidade e apresenta um teor de proteína bruta que varia entre 28 a 42%. Apresenta teor de lisina inferior ao apresentado pelo farelo de soja, no entanto, apresenta teores de cálcio, fósforo e metionina superiores (LANA, 2000).

O farelo de amendoim, como os farelos de soja e girassol, é um produto resultante da extração do óleo da semente após a moagem, e um ingrediente de elevado teor proteico, o qual pode variar de 47 a 54% de proteína bruta (LANA, 2000). Apresentam níveis inferiores de lisina, metionina e treonina em comparação ao farelo de soja (TEIXEIRA, 1998). Como toda leguminosa, fatores antinutricionais estão presentes, tais como inibidores de tripsina e as saponinas, fatores indesejados, porém termo lábeis. Quando proveniente por processos vindo do amendoim descascado e desticulado, tem seu valor nutritivo muito próximo ao farelo de soja e superior ao do algodão (BUTOLO, 2002). Um sério problema encontrado nesta fonte proteica é sua frequente contaminação por fungos produtores de micotoxina. Quando a estocagem é feita em ambiente favorável de temperatura e umidade, ocorre condição ótima para desenvolvimento de fungos. Seu teor de aflatoxina deve ser declarado para comercialização de no máximo 0,5 ppm (FREIRE, 2007).

As porcentagens de aminoácidos essenciais nos teores de proteína bruta dessas fontes protéicas são de 45,3%; 42,6%. 40,1% e 42,2% para os farelos de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo de girassol, respectivamente (NRC, 2001). Todavia, a combinação dessas fontes proteicas com cereais é de fundamental importância, visto que os grãos de cereais apresentam altos teores de aminoácidos sulfurados e baixa concentração de lisina, complementando e adequando o balanço de aminoácidos essenciais da dieta, fornecendo assim uma proteína de melhor valor nutricional (LANA, 2000).

2.5. Proteína na Dieta de Ruminantes

Há diversos artigos e revisões sobre exigências em proteína dos animais ruminantes, com aspectos referentes à sua função digestiva e metabólica. Porém, no início do século passado, KELLNER (1909), citado por OLDHAM (1996) relatou apenas que algumas bactérias do rúmen conseguiam formar proteína a partir de certas substâncias não proteicas, provavelmente com a ajuda de extratos de substâncias livres de nitrogênio.

Ainda meio século atrás, PHILLIPSON (1946) descreveu que os ruminantes vivem não apenas de ácidos graxos e microrganismos, mas também de amido e proteína que deixam o rúmen sem serem afetados pelos microrganismos.

Apenas por volta dos anos 70 e 80 os estudos com ruminantes tiveram maiores progressos, cujo interesse maior foi desenvolver sistemas eficientes de aproveitamento de nitrogênio não proteico (NNP) pelos ruminantes, convertendo o NNP da alimentação, através dos microrganismos ruminais, em produto animal (HELMER, 1970; OWENS et al., 1980; DAUGHERTY & CHURCH, 1982)

Atualmente, a proteína bruta contida nos alimentos dos ruminantes é composta por fração degradável no rúmen (PDR) e fração não degradável no rúmen (PNDR). A PDR é composta por nitrogênio não proteico e proteína verdadeira, sendo esta última degradada a peptídeos e aminoácidos e, eventualmente, desaminada a nitrogênio amoniacal ou incorporado à proteína microbiana (SANTOS, 2006). A fração nitrogênio não proteico é composto por nitrogênio presente no DNA, RNA, amônia, aminoácidos e pequenos peptídeos. Quando a PDR da dieta está em excesso ao exigido pelos microrganismos ruminais, a proteína é degradada a nitrogênio amoniacal, absorvida, metabolizada a ureia no fígado e perdida na urina (BACH et al., 2005).

O conteúdo de PNDR dos alimentos não é constante e é influenciado por uma variedade de fatores relacionados à dieta, tais como a de taxa de digestão (Kd) da fração B (fração potencialmente degradável) e a de taxa de passagem (Kp) do alimento. A função da PNDR seria complementar a proteína microbiana,

com objetivo de atender as exigências do bovino em termos de proteína metabolizável (SANTOS, 2006).

De acordo com o NRC (1996), essa divisão da proteína bruta veio com o objetivo de suprir as estimativas das exigências deste nutriente em componentes animal e microbiano. O fracionamento da proteína bruta em PDR e PNDR permite teoricamente formular a ração de forma a suprir as exigências dos microorganismos ruminais em PDR e assim maximizar a síntese de proteína microbiana (SANTOS, 2006).

Estas modificações foram determinantes, na mais expressiva mudança nos sistemas proteicos para os ruminantes, a qual foi a adoção do sistema de proteína metabolizável em substituição ao sistema de proteína bruta. Este sistema é, sem dúvida, um avanço em relação ao anterior. Proteína metabolizável pode ser definida como o total de aminoácidos absorvíveis no intestino delgado, provenientes da digestão intestinal da proteína microbiana, proteína endógena e da PNDR (NRC, 1996).

Como dito anteriormente, o sistema de proteína metabolizável, em que proteína bruta foi dividida em PDR e PNDR, tem como um dos principais objetivos a maximização da proteína microbiana e diminuição da perda de nitrogênio em forma de amônia. Contudo, para que este fato possa ocorrer, é necessário que aconteça a sincronização no fornecimento entre fontes de carboidratos (que doariam energia e esqueletos carbônicos para os microrganismos) e de nitrogênio. Esse equilíbrio pode promover a melhoria na digestão da MS, especialmente da fração fibrosa (CALDAS NETO et al., 2007). Porém, SILVEIRA et al. (2009b) ao avaliarem o efeito de fontes de nitrogênio na digestibilidade dos nutrientes em novilhos alimentados com cana-de-açúcar relataram que diferentes fontes de PDR, entre elas a uréia, o glúten de milho 60 e o farelo de soja, (fontes com diferentes taxas de degradação ruminal), e também a cana-de-açúcar sem suplementação proteica, não influenciaram os coeficientes de digestibilidade total da fração fibrosa e, que, a maior digestibilidade total da matéria seca pode ser observada no tratamento sem suplementação proteica. Estes resultados

demonstraram que pensar apenas na sincronização entre carboidratos e proteínas na dieta talvez não seja garantia de sucesso no ganho e resposta animal.

BRODERICK (2003) relatou que os fatores que influenciaram a utilização da proteína bruta da dieta são complexos e relacionados ao suprimento sincronizado de carboidratos não fibrosos e PDR, para manter as necessidades dos microrganismos ruminais, e de PNDR, com a digestibilidade intestinal adequada, permitindo que as exigências das vacas sejam supridas. Em animais de baixa produção ou quando não se busca grande expressão do potencial, apenas a manutenção das funções vitais, a busca dessa sincronização entre energia e proteína pode ter menor efeito do que quando se pretende elevados ganhos e produtividade dos animais. Contudo, de acordo com HALL & HUNTINGTON (2008) o conceito sobre a sincronização entre energia e proteína ao se formular a dieta para maximização da fermentação ruminal parece ser difícil de serem alcançados na prática, devido à dificuldade em se prever os montantes disponíveis e destinos de diversos substratos, suas eficiências de utilização e rendimento dos produtos. Ainda segundo esses autores, há algumas indicações de que a quantidade ou o padrão de fornecimento de carboidratos fermentáveis tem impacto maior sobre a produção microbiana e eficiência do que o padrão de fornecimento de proteína.

A utilização de dietas ricas em carboidratos, principalmente de fontes de alta degradabilidade ruminal, como a cana-de-açúcar, associadas à degradabilidade das fontes proteicas, pode originar situações com excesso de energia e deficiência de nitrogênio para a fermentação ruminal. O excesso de energia acaba sendo utilizado apenas para a manutenção microbiana, sem gerar efeitos nos processos de síntese e crescimento da microbiota e até mesmo acarretando a utilização de ciclos fúteis para eliminação do excesso de carboidratos (RUSSEL, 1998). Contudo, o fornecimento de nitrogênio adequado, permitiria o aproveitamento dos carboidratos e possivelmente a resposta animal obtida com seu maior desempenho.

A amônia não assimilada pelos microrganismos normalmente é absorvida através da parede do rúmen, removida da circulação portal pelo fígado, onde entra

no ciclo da ureia (BACH et al., 2005). Esta constitui a principal forma pela qual os compostos nitrogenados são eliminados pelos mamíferos. Quando a taxa de síntese de amônia é maior que sua utilização pelos microrganismos, ocorre elevação em sua concentração no rúmen, com conseqüente aumento na excreção e no custo energético da produção de ureia, resultando em perda de proteína. Parte da ureia sanguínea é reciclada para o rúmen, por meio da saliva ou por difusão através do epitélio ruminal, e a outra, excretada na urina (BACH et al., 2005). A concentração plasmática de ureia é positivamente relacionada à ingestão de compostos nitrogenados (VALADARES et al., 1999) e sua determinação consiste no aproveitamento da proteína dietética, uma vez que este nutriente tem grande importância no custo final da ração. Da mesma maneira, o excesso de nitrogênio no rúmen também é preocupante, tanto do ponto de vista econômico, uma vez que a proteína é o ingrediente de maior custo na dieta, como do ponto de vista ambiental, por aumentar a excreção de nitrogênio no ambiente e também pela influência na reprodução animal.

2.6. Indicadores

Indicadores são substâncias indigestíveis, geralmente administradas com o alimento ou diretamente infundidas em algum segmento do trato digestivo, podendo posteriormente ser identificadas e quantificadas nas fezes ou ao final do segmento em estudo (WARNER, 1981). Estes são utilizados para estimar fluxo da digesta, consumo, produção fecal e a digestibilidade dos alimentos (KOTB & LUCKEY, 1972).

A digestibilidade é estimada a partir do conhecimento das concentrações do indicador no alimento e nas fezes. Isso ocorre por que à medida que o alimento transita pelo trato gastrointestinal, a concentração do indicador aumenta progressivamente pela remoção de constituintes do alimento por digestão e absorção (ASTIGARRAGA, 1997). Entretanto, para atingir esse aumento na concentração, proporcional a digestibilidade, os indicadores devem possuir as seguintes propriedades: ser inerte e não tóxico ao animal e à pessoa que

administrará o indicador; não apresentar função fisiológica, não ser absorvido nem metabolizado, ser completamente recuperado nas fezes ou segmento em estudo, misturar-se bem ao alimento e permanecer uniformemente distribuído na digesta; não influenciar secreções intestinais, absorção ou motilidade, nem a microflora do trato digestivo; apresentar método específico e sensível de determinação, e apresentar baixo custo (FERREIRA et al., 2009). De acordo com BERCHIELLI et al. (2005), o marcador ideal é aquele que prediz precisamente a digestibilidade no trato total e, em particular, fornece informações exatas sobre a extensão e direção dos efeitos induzidos pelas dietas, sem modificar o sentido dos efeitos dos tratamentos.

Embora essas características estejam bem definidas, o fato notório é a inexistência de um indicador ideal a todas as situações experimentais (DETMANN et al., 2007). MERCHEN (1988) ressaltou que nenhuma das substâncias usadas como indicador preenche todas estas características. Segundo BERCHIELLI et al. (2007), um indicador que estime acuradamente a produção fecal pode não ser adequado para estimar a cinética, por causa do problema de migração de partículas, separação de fases, inibição da digestão e efeito osmótico no intestino. Por estas razões, a procura de indicadores constitui um dos assuntos de grande interesse na pesquisa de técnicas que facilitem os estudos de nutrição animal.

BERCHIELLI et al. (2000), afirmaram que os indicadores podem ser classificados como internos e externos. Os internos são constituintes dos alimentos e os externos são adicionados de forma artificial à dieta e ao animal. SALIBA (2005) cita ainda os intra-indicadores que são grupamentos químicos que podem ser utilizados como indicadores. Como exemplo tem-se, a metoxila, unidades guaiacilas, hidroxilas fenólicas e grupamentos da molécula de lignina.

2.7. Objetivos Gerais

Este estudo foi desenvolvido com o intuito de avaliar dietas com diferentes fontes de proteína (farelo de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo

de girassol) sobre o metabolismo ruminal e protéico e no desempenho produtivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar.

2.8. Referências

ALVIM, R.S.; MARTINS, M.C.; MUSTEFAGA, P.S. Desempenho da cadeia produtiva do leite no Brasil – visão dos produtores. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; GOMES, A.T.; LEITE, J.L.B.; MARTINS, M.C.; NOGUERIA NETTO, V. (Eds.). **O agronegócio do leite e políticas públicas para o seu desenvolvimento sustentável**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2002. p. 195-204.

ANUALPEC 2010: **Anuário de Pecuária Brasileira**. São Paulo, SP: Editora FNP. 2010. 369p.

AROEIRA, L.M.; SILVEIRA, M.I.; LIZIEIRE, R.S.; MATOS, L.L.; FIGUEIRA, D.G. Degradabilidade no rúmen e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia, do farelo de algodão e do farelo de arroz em novilhos mestiços Europeu x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.552-564, 1993.

ASTIGARRAGA, L. Técnicas para la medición del consumo de rumiantes en pastoreo. In: Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais, 1997, Maringá-PR. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p.1-23, 1997.

BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. Nitrogen Metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.88, n.1, p.9-21, 2005.

BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.

BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; CARRILHO, E.N.V.M.; FEITOSA, J.V.; LOPES, A.D. Comparação de marcadores para estimativas de produção fecal e fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.987-996, 2005.

BERCHIELLI, T.T.; VEGA-GARCIA, A.; REIS, A.R. Técnicas de avaliação de consumo em Ruminantes: Estado de Arte. In: Simpósio internacional avanços em técnicas de pesquisas em nutrição de ruminantes, 1., 2007, Pirassununga-SP. **Anais...** Pirassununga: Universidade de São Paulo, p.305-340, 2007.

BRODERICK, G.A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1370-1381, 2003.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Agro Comunicação, 2002. 430p.

CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; KAZAMA, R.; PRADO, I.N.; GERON, L.J.V.; OLIVEIRA, F.C.L.; PRADO, O.P.P. Proteína degradável no rúmen associada a fontes de amido de alta ou baixa degradabilidade: digestibilidade *in vitro* e desempenho de novilhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.452-460, 2007.

CEPEA, 2011. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**. Indicadores de Preços – Leite. disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/>, acesso em novembro de 2011.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. Valor bruto da produção agropecuária brasileira. **Indicadores Rurais**, Brasília, n.103, 2011.

CORDEIRO, C.F.A.; PEREIRA, M.L.A.; MENDONÇA, S.S.; ALMEIDA, P.J.P.; AGUIAR, L.V.; FIGUEIREDO, M.P. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes e produção e composição do leite de vacas alimentadas com teores crescentes de proteína bruta na dieta contendo cana-de-açúcar e concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p. 2118-2126, 2007.

DANIELS, K.M.; WEBB, K.E.; MCGILLIARD, M.L.; MEYER, M.J.; VAN AMBURGH, M.E.; AKERS, R.M. Effects of body weight and nutrition on mammary protein expression profiles in Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.11, p4276-4788, 2006.

DAUGHERTY, D.A.; CHURCH, D.C. *In vivo* and *in vitro* evaluation of feader and hair meals in combination with urea for ruminants. **Journal of Animal Science**, v.54, n.2, p.345-352, 1982.

DAVIS RINCKER, L.E.; WEBER NIELSEN, M.S.; CHAPIN, L.T.; LIESMAN, J.S.; VANDEHAAR, M.J. Effects of feeding pre-pubertal heifers a high-energy diet for three, six, or twelve weeks on feed intake, body growth, and fat deposition. **Journal of Dairy Science**, v.91 n.5, p.1913-1925, 2008.

DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. CABRAL, L.S.; ZERVOUDAKIS, J.T. Avaliação do vício de “tempo longo” de indicadores internos em ensaios de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.182-188, 2007.

DÜRR, J.W. Programa nacional de melhoria da qualidade do leite: uma oportunidade única. In: DÜRR, J.W.; CARVALHO, M.P.; SANTOS, M.V. (Eds.). **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: Ed. UPF, 2004. p.38-56.

FARIA, V.P. O uso da cana-de-açúcar para bovinos no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5, 1993. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1993. p.1-16.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P.; PEREIRA, J.C.; CABRAL, S.L.; VITTORI, A. Estimativas da produção de leite por vacas holandesas mestiças, segundo o sistema CNCPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1350-1357, 2001.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAIXÃO, M.L.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009.

FREIRE, F.C.O.; VIEIRA, I.G.P.; GUEDES, M.I.F.; MENDES, F.N.P. **Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 48p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 110).

GRUNVALD, A.K.; CARVALHO, C.G.P.; OLIVEIRA, A.C.B.; ANDRADE, C.A.B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol no Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.11, p.1483-1493, 2008.

HALL, M.B.; HUNTINGTON, G.B. Nutrient synchrony: Sound in theory, elusive in practice. **Journal of Animal Science**, v.86, n.14, p.287-292, 2008.

HELMER, L.G. Feed processing. V. Effect of an expansion processed mixture of grain and urea (Starea) on nitrogen utilization *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v.53, n.3, p.330-335, 1970.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária nacional, 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home>

KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v.89, n.1, p.124-134, 2005.

KOTB, A.R.; LUCKEY, T.D. Markers in nutrition. **Nutrition Abstract and Review**, v.42, n.3, p.813-845, 1972.

LANA, R.P. **Sistema Viçosa de formulação de rações**. Viçosa-MG. Universidade Federal de Viçosa, 2000. 60p.

LIMA, M.L.M.; MATTOS, W.R.S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINO. Piracicaba - SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.77-106.

MAGALHAES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; TORRES, R.A.; MENDES NETO, J.; ASSIS, A.J. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004.

MARTINS, P.C.A. Importância da qualidade do leite. In: CARVALHO, M.P.; SANTOS, M.V. **Estratégia e competitividade na cadeia de produção do leite**. Passo Fundo-RS: Editora Berthier. 2005. 47–53p.

MARTINS, P.C.; GUILHOTO, J.J.M. Leite e derivados e a geração de emprego, renda e ICMS no contexto da economia brasileira. In: GOMES, A.T.; LEITE, J.L.B.; CARNEIRO, A.V. **O agronegócio do leite no Brasil**. Juiz de Fora - MG. Embrapa Gado de Leite. 2001. 181-205p.

MENDES NETO, J.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R.P.; QUEIROZ, A.C.; EUCLYDES, R.F.; Consumo, digestibilidade, desempenho, desenvolvimento ponderal e economicidade de dietas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton 85 para novilhas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.626-634, 2007.

MERCHEN, N.R. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal digestive physiology and metabolism**. New Jersey: Ed. Prentice-Hall, 1988. p.172-201.

MIRANDOLA, A. **Panorama atual da cadeia produtiva do leite no Brasil**. 2006. 65p. Monografia (Especialista em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal e Vigilância Sanitária de Alimentos) - Universidade Castelo Branco, 2006.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of beef cattle**. Seventh Edition. Washington, D.C. National Academy Press. 1996. 244p.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of dairy cattle**. Seventh Revised Edition. Washington, D.C. National Academy Press. 2001. 381p.

OLDHAM, J.D. Protein requirement systems for ruminants. In: PHILLIPS, C.J.C. (Ed.). **Progress in dairy science**. 1Ed. CAB International, 1996. p.3-27.

OLIVEIRA, M.D.S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. 1ed. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 128p.

OWENS, F.N.; LUSBY, K.S.; MIZWICKI, K.; FORERO, O. Slow ammonia release from urea: rumen and metabolism studies. **Journal of Animal Science**, v.50, n.3, p.527-531, 1980.

PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; QUEIROZ, A.C.; MIZUBUTI, I.Y. **Novilhas Leiteiras**. 1ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 632p.

PHILLIPSON, A.T. The physiology of digestion in the ruminant. **Veterinary Record**, v.58, p.81-87, 1946.

PINTO, A.P.; PEREIRA, E.S.; MIZUBUTI, I.Y. Características nutricionais e formas de utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Semina Ciências Agrárias**, v.24, n.1, p.73-84, 2003.

RADCLIFF, R.P.; VANDEHAAR, M.J.; SKIDMORE, A L.; CHAPIN, L.T.; RADKE, B.R.; LLOYD, J.W.; STANISIEWSKI, E.P.; TUCKER, H.A. Effects of diet and bovine somatotropin on heifer growth and mammary development. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.9, p.1996-2003, 1997.

RUSSELL, J.B. Strategies that ruminal bacteria use to handle excess carbohydrate. **Journal of Animal Science**, v.76, n.7, p.1955-1963, 1998.

SALIBA, E.O.S. Uso de indicadores: passado, presente e futuro. In: Teleconferência Sobre Indicadores em Nutrição Animal, 1., 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2005. p.04-22.

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2006, p.255-286.

SEJRSEN, K.; PURUP, S. Influence of prepubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: a review. **Journal of Animal Science**, v.75, n.3, p. 828-835, 1997.

SIGNORETTI, R.D.; SIQUEIRA, G.R.; MIGUEL, F.B. **Índices Produtivos na recria de Novilhas Leiteiras**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/recria/index.htm>.

SILVA, L.F.; VANDEHAAR, M. J.; WHITLOCK, B.K.; RADCLIFF, R.P. Short communication: relationship between body growth and mammary development in dairy heifers. **Journal of Animal Science**, v.85, n.10, p. 2600-2602, 2002.

SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T.; CANESIN, R.C.; MESSANA, J.D.; FERNANDES, J.J.R.; PIRES, A.V. Influência do nitrogênio degradável no rúmen sobre a degradabilidade *in situ*, os parâmetros ruminais e a eficiência de síntese de proteína microbiana em novilhos alimentados com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.570-579, 2009a.

SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T.; CANESIN, R.C.; MESSANA, J.D.; REIS, R.A.; RESENDE, K.T. Influência de fontes de nitrogênio no consumo e digestibilidades aparente total e parcial de novilhos de corte alimentados com cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum**, v.31, n.3, p.279-285, 2009b.

STACCHINI, P.F. **Efeito dos teores de uréia e do farelo de soja sobre a digestibilidade e balanço de nitrogênio em vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar.** 1998. 67p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998.

TEIXEIRA, A.S. **Alimentos e alimentação dos animais.** Lavras, UFLA - FAEPE, 402 p.402, 1998.

TETZNER, T.A.D.; BENEDETTI, E.; GUIMARÃES, E.C.; PERES, R.F.G. Prevalência de resíduos de antibióticos em amostras de leite cru na região do Triângulo Mineiro, MG. **Revista Higiene Alimentar.** v.19, n.130, p. 69-72, 2005.

THIAGO, L.R.L.S.; VIEIRA, J.M. Cana-de-açúcar: uma alternativa de alimento para a seca. Embrapa Gado de Corte, **Comunicado Técnico nº 73**, 2002.

THIAGO, L.R.L.S.; GILL, M. Consumo voluntário: fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmen. Campo Grande: **Embrapa-CNPGC**, 1993. 1. Reimp. 65p. (Documentos, 43)

USDA, **Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.** Dairy: World Markets and Trad/December, 2010. Disponível em:< <http://www.usdabrazil.org.br/>>

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C.; CLAYTON, M.K. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

WARNER, A.C.I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutrition Abstracts Reviews**, v.51, n.12, p.789-820, 1981.

CAPITULO 2 – AVALIAÇÃO DE INDICADORES EM ESTUDOS COM RUMINANTES: PRODUÇÃO FECAL, FLUXO DE DIGESTA E DIGESTIBILIDADE

RESUMO – Objetivou-se com este trabalho avaliar a produção fecal por meio do indicador interno, fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), e externos, cromo complexado com ácido etilenodiaminotetracético (Cr-EDTA) e o cloreto de itérbio (YbCl_3), além de estimar o fluxo duodenal da matéria seca e os coeficientes de digestibilidades aparentes total, ruminal e pós-ruminal, de diferentes nutrientes. Na mensuração do fluxo de digesta duodenal, foram utilizados os sistemas de indicadores únicos e duplos. No sistema único, foram utilizados o Cr-EDTA, YbCl_3 e a FDNi. No sistema duplo, foram utilizadas as associações entre Cr-EDTA com a FDNi (Cr-EDTA/FDNi) e Cr-EDTA e YbCl_3 , (Cr-EDTA/ YbCl_3). Foram utilizadas oito novilhas mestiças Holandês/Zebu, distribuídas em duplo quadrado latino 4x4. A produção fecal foi analisada comparando as médias da coleta total de fezes com cada indicador pelo teste de Dunnet ($P < 0,05$) e as demais médias foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de significância e comparadas entre si. Os indicadores Cr-EDTA, YbCl_3 e o FDNi não estimaram produção fecal de forma eficiente ($P < 0,05$), obtendo resultado de 1,64, 1,71 e 2,71 kg/dia, respectivamente, quando comparado a coleta total fezes, que obteve resultado de 1,39 kg/dia. Os valores estimados de fluxo de matéria seca, tanto para a metodologia de único, quanto para de duplo indicador, podem ser considerados biologicamente aceitáveis. Contudo, o valor obtido pela associação Cr-EDTA/ YbCl_3 , utilizada na forma de duplo indicador, foi o mais confiável, devido a melhor recuperação dos indicadores externos (Cr-EDTA e YbCl_3), que obtiveram médias de 89% e 85%, respectivamente, em comparação ao interno (FDNi), que obteve média 67%. Os coeficientes de digestibilidade ruminal e pós ruminal dos nutrientes avaliados, estimados pela associação Cr-EDTA/ YbCl_3 , também foram considerados os melhores valores, em consequência do valor de fluxo de matéria seca estimado por esta associação.

Palavras-Chave: cana-de-açúcar, cloreto de itérbio, Cr-EDTA, duplo indicador, fibra indigestível, único indicador

1. Introdução

O conhecimento da composição química e a obtenção de estimativas dos valores de digestibilidade são reconhecidamente essenciais para determinar o valor nutritivo dos alimentos (VALADARES FILHO et al., 2000). Dentre esses, a estimativa dos coeficientes de digestibilidade é um dos parâmetros mais importantes. Todavia, nem sempre um controle rigoroso do consumo e/ou da produção fecal pode ser possível, como, por exemplo, na ausência de instalações adequadas, com animais em pastejo ou quando o parâmetro a ser estudado não pode ser mensurado diretamente, como a digestibilidade ruminal, ou em estudos sobre o trânsito da digesta (BERCHIELLI et al., 2006).

De encontro com essa necessidade, um amplo número de substâncias, denominados indicadores têm sido utilizados como ferramenta experimental para estudar a função digestiva dos ruminantes. Segundo DETMANN et al. (2004), o uso dos indicadores é caracterizado por um parâmetro básico de indigestibilidade da dieta consumida e, posteriormente, de artifícios indiretos de determinação da digestibilidade da dieta, evitando a coleta total de fezes. Da mesma forma, os indicadores são utilizados nos estudos para estimar a cinética, a digestibilidade ruminal e pós ruminal, via cânulas duodenais, na tentativa de facilitar e evitar as coletas da digesta através do abate dos animais.

Atualmente, pode-se optar por indicadores internos, que ocorrem naturalmente nos alimentos, ou por indicadores externos, adicionados às dietas ou infundidos via cânulas. Entre os indicadores internos, as fibras indigestíveis são os mais utilizados. Segundo BERCHIELLI et al. (2005a), os componentes da fibra indigestível podem ser utilizados como marcadores. No entanto, pela grande variabilidade de resultados, observa-se, possivelmente, a existência de um marcador adequado para cada volumoso utilizado. No que dizem respeito aos indicadores externos, os mesmos podem ser divididos em indicadores de fase líquida ou sólida, e esta classificação vai depender da afinidade destas substâncias pelas diferentes fases do conteúdo ruminal e pela velocidade da taxa de passagem semelhante a cada fase.

Quando se utiliza apenas um indicador, normalmente assume-se que o fluxo da digesta é independente de suas fases e que a amostra é representativa. No entanto, para evitar amostragens não representativas da digesta, a infusão do indicador pode e deve ser separada em diferentes fases e, então, reconstituída matematicamente (AHVENJÄRVI et al., 2003).

De acordo com FRANCE & SIDONS (1986), a digesta apresenta uma fase líquida (líquido e pequenas partículas) e outra sólida (médias e grandes partículas), o que possibilita a utilização de dois diferentes indicadores considerados ideais para cada fase. Para a fase líquida o Cr-EDTA vem sendo utilizado (NOGUEIRA FILHO et al., 2001). Na fase sólida, empregam-se indicadores como as fibras indigestíveis, por exemplo, o FDNi. Como indicador único, podem-se sugerir o FDNi ou o YbCl_3 , entretanto, são necessárias mais pesquisas sobre a escolha de indicadores e a definição de um ou mais indicadores no estudo da estimativa de fluxo duodenal e conseqüentemente obter resultados coerentes para os coeficientes de digestibilidade ruminal e pós-ruminal.

Desta forma, os objetivos do trabalho foram avaliar o cromo complexado com ácido etilenodiaminotetracético (Cr-EDTA), cloreto de itérbio (YbCl_3) e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) na estimativa de produção fecal; estimar o fluxo duodenal da matéria seca, através dos métodos de único e duplo indicador e os coeficientes de digestibilidades aparentes total, ruminal e pós-ruminal de diferentes nutrientes em novilhas leiteiras em fase de recria em confinamento, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avaliação de Alimentos e Digestibilidade, pertencente ao Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal – SP, durante o período de junho a setembro de 2009.

Foram utilizadas oito novilhas Holandês x Zebu, com peso corporal (PC) médio inicial de $202,12 \text{ kg} \pm 11,54$ e 18 meses de idade, fistuladas no rúmen e

duodeno. Estas foram alojadas em baias individuais com dimensão de 21 m² durante o período de adaptação, e em gaiolas para estudos de metabolismo com bandejas adaptadas para coleta total de fezes durante o período experimental. As baias e gaiolas possuíam bebedouros e comedouros individuais. Os animais receberam complexo vitamínico ADE e foram tratadas contra endo e ectoparasitas, o qual tinha como princípio ativo a ivermectina, 15 dias antes do início do experimento.

A cana-de-açúcar utilizada como volumoso exclusivo foi a variedade SP80-2015, colhida de forma manual a cada dois dias e picada diariamente para o fornecimento aos animais. A picagem foi realizada com auxílio de picadeira estacionária regulada para que o tamanho da partícula não excedesse a 2,0 cm. Os concentrados foram compostos de milho grão moído, suplemento mineral, ureia e diferentes fontes proteicas (farelos de soja, algodão, amendoim e girassol). As composições químicas das fontes proteicas e dos concentrados encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e dos concentrados experimentais

Ingredientes	Composição químico-bromatológica		
	MS	PB (% MS)	FDN (% MS)
Cana-de-açúcar	27,88	3,39	56,57
Farelo de Soja	89,43	49,56	15,54
Farelo de Algodão	89,11	44,39	36,13
Farelo de Amendoim	90,34	51,11	13,97
Farelo de Girassol	89,77	35,56	38,56
Concentrado Farelo de Soja (FG)	91,99	28,64	12,13
Concentrado Farelo de Algodão (FAL)	92,01	28,20	19,61
Concentrado Farelo de Amendoim (FAM)	92,25	28,22	11,55
Concentrado Farelo de Girassol (FG)	92,30	27,73	22,75

As dietas experimentais foram isoproteicas e fornecidas na proporção volumoso:concentrado de 60:40, base na matéria seca. A porcentagem dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 2.

O experimento foi dividido em quatro períodos de 28 dias. Na alimentação matinal (07h00) os animais receberam todo o volumoso e aproximadamente 50% do concentrado total, enquanto que, na alimentação da tarde (15h30), o restante do concentrado foi fornecido e misturado ao alimento presente no cocho.

Tabela 2. Porcentagem dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais

Ingredientes	Dietas ¹ (% da MS)			
	FS	FAL	FAM	FG
Cana-de-açúcar	60,00	60,00	60,00	60,00
Farelo de Soja	15,00	-	-	-
Farelo de Algodão	-	15,00	-	-
Farelo de Amendoim	-	-	14,80	-
Farelo de Girassol	-	-	-	18,00
Milho moído	23,35	23,50	23,30	20,00
Suplemento mineral ²	1,00	1,00	1,00	1,00
Ureia	0,65	0,50	0,90	1,00
	Perfil nutricional			
MS (%)	53,52	53,66	53,54	53,77
	(%MS)			
Matéria orgânica	96,58	96,55	96,75	96,84
Matéria mineral	3,42	3,45	3,25	3,16
Proteína bruta	13,49	13,31	13,32	13,12
Extrato etéreo	1,11	0,99	0,90	0,80
FDN	38,80	35,10	35,90	36,22
FDA	18,87	18,92	19,49	19,98
Lignina	2,01	2,78	2,23	2,17
CHOT	81,95	82,14	82,17	82,58
CNF	43,15	43,58	40,28	39,53
NDT	68,45	63,43	64,28	61,75

¹FS – dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de soja; FAL - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de algodão; FAM - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de amendoim; FG - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de girassol. ² Composição do produto (Cálcio: 146 g; Fósforo: 40 g; Magnésio: 20 g; Enxofre: 40 g; Sódio: 56 g; Cobre: 350 g; Manganês: 900 mg; Zinco: 1300 mg; Iodo: 24 mg; Cobalto: 10 mg; Selênio: 10 mg; Flúor (máx.): 400 mg; Monensina: 670mg).

No período de adaptação dos animais à dieta, o qual teve duração de nove dias, foi realizado o ajuste do consumo, para que as sobras não excedessem 10% do total de alimento fornecido. No ensaio de digestibilidade e fluxo de nutrientes, as sobras foram mensuradas diariamente para determinação do consumo de matéria seca.

Os indicadores utilizados na estimativa da produção fecal e digestibilidades aparente no trato digestivo total e parcial foram o cromo complexado (Cr-EDTA) e o cloreto de itérbio (YbCl_3) como indicadores externos, e a fibra em detergente neutro (FDNi) indigestível presentes naturalmente no alimento, como indicador interno.

A adaptação aos indicadores externos ocorreu durante seis dias (14^o ao 19^o dia) através do fornecimento de 150 mL Cr-EDTA, e de 2 mg Yb/kg PC de YbCl_3 , diretamente no rúmen dos animais, diluídos 0,5 L de água/dia e homogeneizadas manualmente. Durante o período de adaptação e até o término do período os indicadores foram administrados em duas doses diárias antes de cada alimentação dos animais (06:30 h e 15:00 h) infundidos no rúmen.

A coleta total de fezes foi realizada do 19^o ao 24^o dia. As fezes foram retiradas diariamente das bandejas às 8 horas, pesadas, homogeneizadas e amostradas separadamente por animal a cada período. A coleta e pesagem das fezes iniciaram-se 24 horas após o fornecimento da dieta para os animais.

As amostras de fezes foram submetidas à digestão nitroperclórica conforme metodologia descrita por DE VEGA & POPPI (1997). A determinação da concentração de cromo e itérbio foi realizada através de leituras realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica conforme método descrito por WILLIAMS et al. (1962).

Na determinação da FDNi, 0,5g de amostras das dietas experimentais, das sobras, da digesta duodenal e das fezes foram acondicionadas em sacos de TNT (tecido não-tecido), com gramatura 100 g/m^2 , confeccionados com as dimensões $5 \times 5 \text{ cm}$. As amostras foram acondicionadas, seguindo a relação de 20 mg de MS por centímetro quadrado de superfície (NOCEK, 1997), e incubadas, em triplicata, por 264 horas no rúmen de três novilhas, conforme metodologia descrita por CASALI et al. (2008). Após esse período, os sacos foram retirados, lavados em água corrente até o total clareamento da água e posteriormente submetidos à secagem em estufa de circulação de ar forçada para a secagem. Após este procedimento, o material remanescente de cada amostra incubada foi acumulado formando uma amostra composta, e desta amostra foi pesado 0,5 g, a qual foi

submetida à solução de detergente neutro descrita no método de VAN SOEST et al. (1991), utilizando autoclave (40 minutos a 111 °C e 0,5 atm) conforme metodologia de SENGER et al., (2008), para determinação da FDNi.

A estimativa do fluxo duodenal de matéria seca foi realizada no 24^o e 25^o dias, nos horários de coleta estabelecidos, às 05:00 h; 08:00 h; 14:00 h e 20:00 h no 24^o dia, e às 02:00 h, 11:00 h, 17:00 h e 23:00 h no 25^o dia, com objetivo de obter uma amostra representativa ao longo das 24 horas. As amostras foram coletadas em cada horário diretamente da cânula do duodeno dos animais, na quantidade de duas amostras de 500 mL/animal/coleta, para estimativa do fluxo duodenal de matéria seca através das metodologias de único indicador e duplo indicador.

As amostras utilizadas no método de único indicador foram coletadas e imediatamente secas em estufa de ventilação de ar forçado a 55 °C, por 72 horas, portanto não houve separação das fases sólida e líquida, mantendo o conteúdo ruminal original. Posteriormente estas amostras foram trituradas em moinho provido de peneiras com crivos de 1mm. Destas amostras foi formada uma amostra composta por animal, em cada período experimental, com base na matéria seca de cada amostra/horário. O cálculo na determinação do fluxo, com a metodologia do único indicador, foi efetuada conforme proposto por FRANCE & SIDONS (1986), e os indicadores utilizados nesta estimativa foram o Cr-EDTA, o YbCl₃ e a FDNi.

O fluxo foi estimado pelo método de duplo indicador, conforme descrito por FAICHNEY (1975). Neste método, o Cr-EDTA foi utilizado como marcador da fase líquida e sua concentração foi estimado na amostra original, a qual não houve separação das fases líquidas e sólidas do conteúdo ruminal. Já os indicadores YbCl₃ e FDNi foram utilizados como marcadores da fase sólida, e foram determinados na amostra parcial, a qual somente continha a fase sólida do conteúdo ruminal, visto que a fase líquida foi desprezada. Para esta separação amostras foram congeladas a -15 °C logo após as coletas, e posteriormente descongeladas e filtradas em tecido duplo de algodão para separação das fases líquidas e sólidas. A fase considerada sólida foi a que ficou retida no tecido,

enquanto que, a fase considerada fluida, passou pelo tecido e foi desconsiderada. Após secagem e moagem, formou-se uma amostra composta com base na matéria seca de cada amostra/horário e por período experimental, para posterior análise dos indicadores. As combinações utilizadas na determinação do fluxo estimado pelo método de duplo indicador foram Cr-EDTA + YbCl₃ e Cr-EDTA + FDNi, para posteriores cálculos de reconstituição da amostra e estimativa do fluxo de digesta duodenal.

A determinação do fluxo da digesta e das digestibilidades ruminais e pós-ruminais foram estimadas através das seguintes fórmulas:

Indicador externo (método único indicador):

$$\text{Fluxo Duodenal de MS (g/dia)} = \frac{\text{Gramas de indicador fornecido}}{\text{Concentração(g) do indicador/g MS duodenal}}$$

Indicador interno (método único indicador):

$$\text{Fluxo duodenal de MS (g/dia)} = \frac{\text{MS fecal} \times \% \text{ FDNi nas fezes}}{\% \text{ FDNi na MS duodenal}}$$

Fluxo duodenal (método duplo indicador):

$$R = \frac{[(\text{indic sol Fliq/Dosagem indic sol}) - (\text{indic liq Fliq/Dosagem indic liq})]}{(\text{indic liq Fsol/dosagem indic sol})}$$

Onde, *R*: fator de reconstituição; *Indic sol Fliq*: concentração do indicador sólido na fase líquida da digesta duodenal (mg/kg) obtido na amostra original; *Dosagem indic sol*: dosagem diária de indicador de fase sólida da digesta duodenal (mg/dia); *Indic liq*: concentração do indicador líquido na fase líquida da digesta duodenal (mg/kg) obtido na amostra original; *Dosagem indic liq*: dosagem diária do indicador de fase líquida da digesta duodenal (mg/dia); *Indic liq Fsol*:

concentração do indicador líquido na fase sólida da digesta duodenal (mg/kg) obtido na amostra que houve separação das frações; *Dosagem indic sol* : dosagem do indicador sólido da digesta duodenal (mg/dia).

Digestibilidade ruminal e pós ruminal:

$$\text{Digestibilidade ruminal (\%)} = \frac{[\text{Consumo (kg)} - \text{Fluxo estimado pelo indicador (kg)}]}{\text{Consumo (kg)}} \times 100$$

$$\text{Digestibilidade pós - ruminal (\%)} = \frac{[\text{Fluxo duodeno (kg)} - \text{Produção fecal (kg)}]}{\text{Consumo (kg)}} \times 100$$

Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS e dos nutrientes foram determinados através da quantificação do consumo observado de MS e produção fecal obtida pela coleta total diária de fezes, durante cinco dias de coletas. Para que não houvesse contaminação com urina, foram colocadas sondas de Folley nº 20 e/ou 22 nas novilhas durante os cinco dias de coleta. Ao final de cada período experimental foram constituídas amostras compostas de fezes por animal e por período de acordo com a quantidade de MS excretada diariamente por animal.

A produção fecal estimada pelos indicadores, a recuperação da matéria seca fecal e a recuperação dos indicadores foram calculados através das seguintes fórmulas:

$$\text{Produção fecal (g/dia)} = \frac{\text{Quantidade de indicador ingerido (g/dia)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (g/g de MS)}}$$

$$\text{Recuperação de MS fecal (\%)} = \frac{\text{MS fecal estimada (g)}}{\text{MS coleta total (g)}} \times 100$$

$$\text{Recuperação do indicador} = \frac{1}{\text{Recuperação de MS (\%)}} \times 100$$

As amostras compostas dos alimentos, sobras e fezes, as quais foram armazenadas a -15 °C, depois de descongeladas, foram secas em estufa com ventilação de ar forçada a 55 °C e moídas em moinho de facas com peneira de crivos a 1 mm (AOAC, 1990). Os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE) e nitrogênio (N) foram determinados de acordo com AOAC (1990), descritos por SILVA & QUEIROZ (2002) e, para conversão em proteína bruta, foi utilizado o fator de correção de 6,25.

A fibra em detergente ácido (FDA) e a fibra em detergente neutro (FDN) foram determinadas com as amostras submetidas à digestão em soluções de detergente ácido e neutro, respectivamente, conforme o método de VAN SOEST et al. (1991), em sacos de TNT (tecido não-tecido), com gramatura 100 g/m², confeccionados com as dimensões 5 × 5 cm utilizando aparelho digestor de fibra modelo ANKON 200 (ANKOM TECHNOLOGY CORP., Fairport, NY, USA). Na determinação da lignina foi utilizado o ácido sulfúrico a 72 % (VAN SOEST, 1994). Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados pela fórmula $CT = 100 - (PB + EE + cinzas)$ e os não-fibrosos (CNF) foram obtidos pela fórmula $CNF = CT - FDN_{ncp}$, em que FDN_{ncp} é fibra em detergente neutro isenta de cinzas e proteínas (SNIFFEN et al., 1992). Os nutrientes digestíveis totais foram calculados conforme NRC (2001), $NDT = PBD + EED \times 2,25 + FDND + CNFD$, em que PBD, EED e CNFD representam os nutrientes digestíveis.

O delineamento experimental adotado foi um duplo quadrado latino 4 x 4, com oito animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. As respostas da produção fecal foram comparadas com a produção fecal observada pela coleta total, e analisadas pelo teste de Dunnett com nível de significância de 5%. As demais médias foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de significância por meio do pacote estatístico SAS (2003), onde não se considerou o efeito de dieta na análise dos dados, pois a mesma não apresentou significância, obtendo-se dessa forma, médias para cada variável estudada dos oito animais estimados conforme cada indicador utilizado.

3. Resultados

As produções de matéria seca fecal (PMSF) estimadas pelos indicadores, tanto em kg/dia quanto em porcentagem do peso corporal (% PC), foram diferentes da produção de matéria seca fecal obtida pela coleta total de fezes ($P < 0,05$), superestimando esta variável (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de produção de matéria fecais (PMSF) observado e estimados por diferentes indicadores

Variável	CT ¹	Indicador			P	CV (%)
		Cr-EDTA	YbCl ₃	FDNi		
PMSF, kg/dia	1,39	1,64*	1,71*	2,17*	<0,001	12,86
PMSF, %PC	0,64	0,75*	0,75*	1,00*	<0,001	15,67

*Diferem da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade; P=probabilidades; CV=coeficiente de variação; ¹ CT = coleta total de fezes.

Na recuperação de matéria seca fecal (RMSF), não foi observada diferença estatística nos resultados obtido com Cr-EDTA e YbCl₃ ($P > 0,05$), de 119,96 e 125,37%, respectivamente, sendo estes inferiores ($P < 0,05$) ao resultado calculado pela FDNi (162,78%), (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de recuperação de matéria seca fecal (RMSF), recuperação do indicador (RIND) e fluxo de matéria seca (FMS), estimados por diferentes indicadores e utilizando os métodos de único e duplo indicador

Variável	Indicador					P	CV (%)
	Cr-EDTA	YbCl ₃	FDNi	Cr-EDTA YbCl ₃	Cr-EDTA FDNi		
RMSF, %	119,96 b	125,37 b	162,78 a	-	-	<0,001	22,44
RIND, %	89,00 a	85,00 a	67,00 b	-	-	<0,001	16,73
FMS, kg/dia	2,44 a	2,55 a	2,10 b	1,94 c	1,58 c	<0,001	24,59

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$); P=probabilidades; CV=coeficiente de variação.

A FDNi apresentou valor inferior ($P < 0,05$) na recuperação dos indicadores (RIND), quando comparada aos valores obtidos pelo Cr-EDTA e o YbCl₃, os quais foram semelhantes entre si ($P > 0,05$).

O fluxo de matéria seca (FMS) estimado pelo Cr-EDTA e YbCl₃ foram semelhantes ($P > 0,05$), com médias de 2,44 e 2,55 kg/dia, respectivamente, sendo

que estes resultados foram superiores ($P < 0,05$) tanto para a FDNi (2,10 kg/dia), quanto para os valores estimados pelas associações Cr-EDTA/YbCl₃ e Cr-EDTA/FDNi, utilizados na forma de duplo indicador, de 1,94 e 1,58 kg/dia, respectivamente. As médias observadas para as duas associações na metodologia de duplo indicador foram semelhantes ($P > 0,05$).

O Cr-EDTA e o YbCl₃ obtiveram estimativas de digestibilidade aparente total da matéria seca (DATMS), matéria orgânica (DATMO), proteína bruta (DATPB) e da fibra em detergente neutro (DATFDN), semelhantes à coleta total de fezes ($P > 0,05$), e diferentes ($P < 0,05$) dos coeficientes obtidos pela FDNi (Tabela 5).

Tabela 5. Coeficientes da digestibilidade aparente total da matéria seca (DATMS), matéria orgânica (DATMO), proteína bruta (DATPB) e fibra em detergente neutro (DATFDN), observada e estimada por diferentes indicadores

Variável	Indicador				P	CV (%)
	CT ¹	Cr-EDTA	YbCl ₃	FDNi		
DATMS	67,62 a	66,86 a	67,01 a	63,62 b	<0,001	11,64
DATMO	65,23 a	64,80 a	65,54 a	61,30 b	<0,001	11,80
DATPB	67,20 a	65,11 a	66,29 a	62,57 b	<0,001	17,69
DATFDN	50,53 a	49,07 a	48,83 a	44,43 b	<0,001	13,46

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$); P=probabilidades; CV=coeficiente de variação; ¹CT = coleta total de fezes.

Na digestibilidade aparente ruminal da matéria seca (DARMS) e matéria orgânica (DARMO) não foi verificada diferença ($P > 0,05$) nos valores obtidos pelo Cr-EDTA e pelo YbCl₃, no entanto, foram inferiores aos valores obtidos pelo FDNi. Os valores obtidos através de duplo indicador (Cr-EDTA/YbCl₃ e Cr-EDTA/FDNi) foram superiores ($P < 0,05$) aos obtidos pelo método do único indicador (FDNi, Cr-EDTA e YbCl₃), Tabela 6.

A digestibilidade aparente ruminal da proteína bruta (DARPB), apresentou valores semelhantes ($P > 0,05$) para a FDNi e Cr-EDTA/YbCl₃, e estes foram superiores ($P < 0,05$) aos demais. Não foi observada diferença ($P < 0,05$) nos valores desta variável para o Cr-EDTA e Cr-EDTA/FDNi ($P > 0,05$). A estimativa obtida pelo YbCl₃, foi inferior ($P < 0,05$) em relação aos outros indicadores utilizados.

Tabela 6. Coeficientes da digestibilidade aparente ruminal (DAR) e pós-ruminal (DAPR), da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro, estimados por diferentes indicadores e utilizando os métodos de único e duplo indicador

Variável	Indicador					P	CV (%)
	Cr-EDTA	YbCl ₃	FDNi	Cr-EDTA YbCl ₃	Cr-EDTA FDNi		
Digestibilidade Aparente Ruminal ¹ (%)							
DARMS	66,02 c	60,45 c	69,74 b	74,47 a	74,83 a	0,015	10,34
DARMO	66,94 c	61,95 c	71,55 b	76,20 a	77,05 a	0,036	11,84
DARPB	26,39 b	21,21 c	31,32 a	30,24 a	25,73 b	<0,001	10,18
DARFDN	83,60 b	78,15 b	92,11 a	93,62 a	95,01 a	<0,001	9,14
Digestibilidade Aparente Pós-Ruminal ¹ (%)							
DAPRMS	33,98 a	39,55 a	31,66 b	24,41 c	24,86 c	<0,001	10,50
DAPRMO	33,06 a	38,05 a	30,86 b	21,82 c	22,55 c	<0,001	13,73
DAPRPB	73,61 b	78,79 a	68,68 c	69,75 c	74,27 b	0,012	16,62
DAPRFDN	16,40 a	21,85 a	6,80 b	7,19 b	5,27 b	<0,001	11,83

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$); P=probabilidades; CV=coeficiente de variação. ¹ Obtidas em função da digestibilidade total dos nutrientes em 100%

Em relação aos valores obtidos para digestibilidade ruminal da fibra em detergente neutro (DRFDN), não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) para a FDNi, e associação Cr-EDTA/YbCl₃ e Cr-EDTA/FDNi ($P > 0,05$). No entanto, estes valores foram superiores ($P < 0,05$) aos valores obtidos pelo Cr-EDTA e YbCl₃, os quais foram semelhantes ($P > 0,05$).

Os coeficientes de digestibilidade aparente pós-ruminal da matéria seca (DAPRMS) e da matéria orgânica (DAPRMO) obtidos pelo Cr-EDTA e YbCl₃ foram similares ($P > 0,05$), contudo, foram superiores ($P < 0,05$) aos valores obtidos pela FDNi, Cr-EDTA/YbCl₃ e Cr-EDTA/FDNi. Não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) entre os valores médios encontrados pelas associações Cr-EDTA/ YbCl₃ e Cr-EDTA/FDNi.

Pode ser verificado que a digestibilidade aparente pós-ruminal da proteína bruta (DAPRPB) estimado pelo YbCl₃ foi superior ($P < 0,05$) aos demais. Os resultados estimados pelos indicadores Cr-EDTA e Cr-EDTA/FDNi foram semelhantes ($P > 0,05$) e superiores ($P < 0,05$) aos verificados pela FDNi e associação Cr-EDTA/ YbCl₃, os quais não diferiram entre si.

Verificou-se que os valores da digestibilidade aparente pós-ruminal da fibra em detergente neutro (DAPRFDN) foram superiores para o Cr-EDTA (16,40%) e

YbCl₃ (21,85%) em relação aos coeficientes calculados pela FDNi, Cr-EDTA/YbCl₃ e Cr-EDTA/FDNi, de 6,80%; 7,19% e 5,27%, respectivamente.

4. Discussão

Os resultados obtidos para produção de matéria seca fecal (PMSF), tanto em kg/dia, quanto em % PC, estimados pelos indicadores Cr-EDTA, YbCl₃ e FDNi, superestimaram a produção fecal em comparação a coleta total.

O resultado obtido pelo Cr-EDTA para PMSF, demonstrou que este indicador não pode ser utilizado na estimativa desta variável, pode-se inferir que este fato é decorrente de que o Cr-EDTA apresenta uma taxa de passagem mais rápida pelo trato digestivo (característica típica de marcadores de fase líquida) (BERCHIELLI et al. 2005b) além de apresentar dificuldade de associar-se a fase sólida da digesta (ELLIS et al. 1982).

Resultados semelhantes à utilização do Cr-EDTA foram observados pelo YbCl₃, por também não estimar a produção de matéria seca fecal, tanto em kg/dia, quanto em %PC, superestimando a PMFS. Esperavam-se resultados diferentes para este indicador, pois o mesmo pode ser utilizado para marcar fase sólida da dieta (BÜRGER et al., 2000), além da afinidade deste marcador pela parede celular das plantas (ELLIS et al., 2002). CEZIMBRA (2010) que trabalhou com diferentes indicadores na estimativa de produção fecal também não obteve resultados satisfatórios tanto para o Cr-EDTA, quanto para o YbCl₃, onde ambos superestimaram a produção fecal quando comparados a coleta total de fezes.

A FDNi também superestimou a PMSF em comparação a coleta total de fezes. As pesquisas que utilizaram a FDNi como indicador para estimar produção fecal apresentaram resultados diversos. No estudo do comportamento das fibras indigestíveis, ZEOULA et al. (2002) relataram recuperação de 101,6% para o indicador FDNi. Ao analisar a FDNi como indicador para estimar a produção fecal de bovinos alimentados com diferentes volumosos obtidas por meio de dois métodos de incubação, *in vitro* e *in situ*, BERCHIELLI et al. (2005a) constataram comportamento diferenciado de acordo com cada volumoso estudado, onde as

estimativas de produção fecal utilizando a este indicador diferiram e não diferiram da coleta total para a cana-de-açúcar e silagem de milho, respectivamente. Entre as razões para essa diferença, os autores destacaram que possivelmente a constituição da fibra de cada volumoso desempenha importante papel, podendo afetar sua taxa e extensão de degradação. Dessa forma, diferentes tempos de incubação podem ser necessários, dependendo de como é constituída a porção fibrosa de cada volumoso.

CASALI et al. (2008) atribuíram a grande variação dos resultados ao tempo de incubação *in situ*, que pode ser encontrado na literatura valores de 98 à 288 horas. Desta forma, o autor supracitado sugere o tempo de 264 horas para obter a FDNi, que foi o tempo de incubação utilizado neste estudo. No entanto, apesar de termos adotado o tempo de incubação de 264 horas preconizado por CASALI et al. (2008), os resultados obtidos através da FDNi não foram adequados, provavelmente porque a escolha da metodologia e o modo de execução da marcha analítica para a determinação laboratorial da FDN pode ter apresentado problemas que foram determinantes na obtenção dos resultados. Comparando a metodologia original proposta por VAN SOEST et al. (1991), com métodos alternativos, utilizando a autoclave e diferentes materiais usados para o acondicionamento das amostras durante a análise, visando a determinação dos teores de fibra em detergente neutro para diferentes alimentos, LOURENÇO (2010) verificou que a eficiência dos métodos alternativos bem como sua utilização, quando comparados ao convencional, dependem do alimento analisado. Neste sentido, o mesmo autor encontrou diferenças na análise de FDN da cana-de-açúcar, quando a mesma foi realizada utilizando sacos de TNT e ANKON na autoclave, quando comparados a metodologia original. Portanto, podemos inferir que a não homogeneidade dos dados referentes a obtenção da fibra em detergente neutro, nos leva a crer que os erros de metodologia de análise continuam a ser os maiores problemas.

Os resultados obtidos para fluxo de matéria seca (FMS) foram de 2,44; 2,55; 2,10; 1,94 e 1,58 kg/dia para os indicadores Cr-EDTA; YbCl₃ e FDNi utilizados na metodologia de único indicador, e Cr-EDTA/YbCl₃ e Cr-EDTA/FDNi,

utilizados na metodologia de duplo indicador, respectivamente. Todos os resultados obtidos podem ser considerados adequados biologicamente, visto que para se considerar uma média de FMS pertinente, os indicadores utilizados na estimativa de fluxo devem apresentar uma boa recuperação nas fezes, além do valor do fluxo estimado deve ser menor que a quantidade de alimento ingerido pelo animal (CEZIMBRA, 2010). Neste sentido, os valores de FMS estimados por todos os indicadores, tanto na metodologia de único, quanto duplo indicador, foram inferiores a média de ingestão de matéria seca observada, a qual foi de 5,34 kg/dia. Já quando observamos a recuperação dos indicadores (RIND) nas fezes, os resultados de FMS estimado pelos indicadores Cr-EDTA e o YbCl₃, foram melhores quando comparados ao valor obtido pela FDNi, visto que, os resultados médios de RIND para o Cr-EDTA e o YbCl₃, que foram de 89,0% e 85,0%, respectivamente, foram superiores ($P < 0,05$) quando comparados ao valor obtido pela FDNi de 67,0%. Portanto, as médias de FMS obtidas pelo Cr-EDTA e o YbCl₃ (na metodologia do único indicador) atenderam com maior confiabilidade as considerações de CEZIMBRA (2010) descritas acima.

Os resultados de fluxo de matéria seca, obtidos pelas associações Cr-EDTA/YbCl₃ e Cr-EDTA/FDNi, também podem ser considerados adequados biologicamente e levando-se em consideração o fato que preferencialmente a digesta deve ser separada em diferentes fases, para posteriormente ser reconstituída matematicamente, a utilização do sistema de duplo indicador resulta em médias de FMS com maior confiabilidade (OWENS & HANSON, 1992; FAICHNEY, 1975). Contudo, entre as associações estudadas, a Cr-EDTA/YbCl₃ foi a que apresentou melhor estimativa de fluxo de matéria seca, pois conta com os dois indicadores, Cr-EDTA para a fase líquida e YbCl₃ para a fase sólida, que obtiveram as melhores RIND separadamente.

AHVENJÄRVI et al. (2003) estudaram amostras de fluxo obtidas no omaso e observaram maior precisão dos indicadores duplos em comparação ao único. Os autores ainda sugeriram o uso de três indicadores para marcar as diferentes fases da digesta, e melhorar assim o resultado do cálculo de reconstituição da amostra. De acordo com FRANCE & SIDDON (1986), a digesta apresenta-se dividida em

três fases: líquida, de pequenas partículas e sólida. No entanto, DIAS et al. (2007) ao dividirem a digesta em apenas duas fases (duplo indicador), o Co-EDTA para marcar a fase líquida/pequenas partículas e outros indicadores para a fase de partículas grosseiras, inferiram que a utilização de duplo indicador estimaram adequadamente o fluxo omasal.

As digestibilidades aparentes totais de matéria seca (DATMS), matéria orgânica (DATMO), proteína bruta (DATPB) e fibra em detergente neutro (DATFDN) obtidas por intermédio da coleta total de fezes foram de 67,62%; 65,23%; 67,20% e 50,23%, respectivamente, os quais foram semelhantes aos coeficientes estimados por meio dos indicadores Cr-EDTA (66,86%; 64,80%; 65,11% e 49,07%) e YbCl₃ (67,01%; 65,54%; 66,29% e 48,83), respectivamente e superiores aos valores obtidos pela FDNi, os quais foram de 63,62%; 61,30%; 62,57% e 44,43% para as DATMS; DATMO; DATPB e DATFDN. Os resultados obtidos foram coerentes aos valores obtidos para a recuperação dos indicadores nas fezes, onde os indicadores que apresentaram os melhores coeficientes de recuperação estimaram as melhores médias de digestibilidade aparente total da matéria seca e demais nutrientes. ZEOULA et al., (2002) também obtiveram os melhores resultados de digestibilidade aparente total para os indicadores que apresentaram as melhores recuperações nas fezes.

Os coeficientes de digestibilidade ruminal e pós-ruminal são consequência direta dos valores obtidos nas estimativas de produção fecal e fluxo de matéria seca. Na produção fecal, os indicadores externos Cr-EDTA e YbCl₃ foram os que melhor estimaram esta variável em comparação aos dados obtidos mediante a coleta total fezes. Os valores de fluxo mais precisos, foram obtidos pela associação Cr-EDTA/YbCl₃, no que resultou em coeficientes de digestibilidade ruminal e pós-ruminal da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro de 74,47% e 24,41%; 76,20% e 21,82%; 30,24% e 69,75%; e 93,62 e 7,19%, respectivamente.

Vale ressaltar que um marcador ideal é aquele que prediz precisamente a digestibilidade no trato total e, em particular, fornece informações exatas sobre a extensão e direção dos efeitos induzidos pelas dietas sem modificar o sentido

desses efeitos e que novas pesquisas devem ser realizadas com intuito de padronizar principalmente a determinação desses indicadores no laboratório.

5. Conclusão

Os indicadores estudados não foram eficientes para estimar a produção fecal, mediante a comparação da produção fecal obtida pela coleta total de fezes.

Os indicadores externos (Cr-EDTA e YbCl₃) apresentam melhor recuperação quando comparados aos resultados obtidos com o indicador interno (FDNi).

A associação Cr-EDTA/YbCl₃, utilizada na forma de duplo indicador, é a que proporciona a maior estimativa do fluxo de matéria seca e conseqüentemente melhores coeficientes de digestibilidades ruminal e pós ruminal.

6. Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15ed. Arlington: Kenneth Helrich, 1990. 1298p.

AHVENJÄRVI, S.; VANHATALO, A.; SHINGFIELD, K.J.; HUHTANEN, P. Determination of digesta flow entering the omasal canal of dairy cows using different marker systems. **The British Journal of Nutrition**, v.90, n.1, p.41-52, 2003.

BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; CARRILHO, E.N.V.M.; FEITOSA, J.V.; LOPES, A.D. Comparação de marcadores para estimativas de produção fecal e fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.987-996, 2005a.

BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; GARCIA, A.V. Considerações sobre os principais indicadores utilizados em estudos de nutrição com ruminantes. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**, v.8, n.2, p.205-211, 2005b.

BERCHIELLI, T.T.; VEGA-GARCIA, A.; OLIVEIRA, S.G. Principais técnicas da avaliação aplicadas em estudos de nutrição. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2006, p.397-418.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; JORDÃO, C.P.; BRAZ, S.P. Taxas de passagem e cinética da degradação ruminal em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.225-235, 2000.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, L.G. de.; PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

CEZIMBRA, I.M. **Indicadores na estimativa do fluxo de nutrientes no duodeno, produção fecal, consumo de concentrado e volumoso por bovinos**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010, 54p. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2010.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. Avaliação da técnica de indicadores na estimação do consumo por ruminantes em pastejo. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, n.46, p.40-57, 2004.

DE VEGA, A.; POPPI, D.P. Extent of digestion and rumen condition as factor affecting passage of liquid and digesta particles in sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.128, n.2, p.207-215, 1997.

DIAS, M.; DETMANN, E.; LEÃO, M.I.; SOUZA, S. M.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNÓ, L. N.; VALADARES, F. D. Indicadores para estimativa da digestibilidade parcial em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.689-697, 2007.

ELLIS, W.C.; LASCANO, C.; TEETER, R.; OWENS, F.N. Solute and particulate flow markers. In: **Protein Requirements for Cattle**. Protein Symposium. OWENS, F.N. (Ed.). Oklahoma State University, Stillwater, p.37-56, 1982.

ELLIS, W.C.; WYLIE, M.J.; MATIS, J.H. Validity of specifically applied rare earth elements and compartmental models for estimating flux of undigested plant tissue residues through the gastrointestinal tract of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.80, n.8, p.2753–2758, 2002.

FAICHNEY, G.J. The use of markers to partition digestion within the gastrointestinal tract. In: MacDONALD, I.W.; WARNER, A.A.I (Eds.), **Digestion and metabolism in the ruminant**. Armidale: University of New England Publishing Unit, p.277-291, 1975.

FRANCE; J.; SIDONS, R.C. Determination of digesta flow by continuous marker infusion. **Journal of Theoretical Biology**, v.121, n.2, p.105-119, 1986.

LOURENÇO, M.S.N. **Estudo comparativo de metodologias aplicadas em análises de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido com gerenciamento de resíduos químicos.** Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010, 100p. Tese (Doutor em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7ed. Washington, D.C. 381p, 2001.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed.) **Digestibilidade em ruminantes.** Lavras: FAEPE, p.197-240, 1997.

NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; MARTIN-ORÚE, S.M.; BALCELLS, J.; FONDEVILA, M.; ABLAS, D.S. Níveis de proteína degradável para novilhas em crescimento sobre a concentração de protozoários ciliados e outros parâmetros ruminais. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.945-951, 2001.

OWENS, F.N.; HANSON, C.F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.9, p.2605-2617, 1992.

SAS Institute. **Statistical analysis system user's guide.** Version 8.04. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2003.

SENGER, C.; KOZLOSKI, G.V.; SANCHEZ, L.M.B.; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S.; Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, n.1-2, p.169-174, 2008.

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

SNIFFEN, C.J. ; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G., RUSSELL. J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

VALADARES FILHO, S.C.; BRODERICK, G.A.; VALADARES, R.F.D.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.1, p.106-114, 2000.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

WILLIAMS, C.H, DAVID, D.J., LISMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agriculture Science**, v.59, n.3, p.381-385. 1962.

ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; DIAN, P.H.M.; GERON, L.J.V.; CALDAS NETO, S.F.; MAEDA, E.M.; PERON, P.D.P.; MARQUES, J.A.; FALCÃO, A.J.S. Recuperação fecal de marcadores internos avaliados em ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1865-1874, 2002.

CAPÍTULO 3 – EFEITOS DE DIETAS COM DIFERENTES FONTES PROTÉICAS NO METABOLISMO RUMINAL E PROTEICO DE NOVILHAS LEITEIRAS EM CRESCIMENTO

RESUMO – Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de diferentes fontes proteicas (farelo de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo de girassol) sobre a digestibilidade aparente total e parcial, taxa de passagem, balanço de compostos nitrogenados, produção de proteína microbiana, parâmetros ruminais e metabólicos sanguíneos de oito novilhas mestiças Holandês/Zebu, distribuídas em duplo quadrado latino 4x4 e alimentadas com 60% de cana-de-açúcar e 40% de concentrado na dieta. As ingestões de matéria seca e demais nutrientes expressos tanto kg MS/dia, quanto %PC não apresentaram diferenças ($P>0,05$) para os diferentes farelos proteicos. Os valores de digestibilidade aparente total, ruminal e pós-ruminal observados não apresentaram diferenças estatísticas para as fontes proteicas avaliadas. Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro foram de 68,28%; 66,18%; 67,26% e 51,37%, respectivamente. As médias dos coeficientes de digestibilidade ruminal foram 73,01%; 74,93%; 29,12%; e 93,56%; e pós-ruminal 24,86%; 22,55%; 70,11%; e 5,27%, da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro, respectivamente. O fluxo de matéria seca, a taxa de passagem e tempo de retenção não foram observadas diferenças estatísticas entre as fontes proteicas e apresentaram valores médios de 1,94 kg/dia; 3,43 %h e 30,47 horas. Os derivados de purina, creatinina e uréia não sofreram influência dos diferentes tratamentos ($P>0,05$). A produção e eficiência de proteína microbiana, as quais também não apresentaram diferença estatística, apresentaram valores médios de 585,3 g/dia e 167,04 g Pmic/ kg NDT. O balanço de compostos nitrogenados expresso, tanto em g/dia, quanto em % N ingerido também não foi observadas diferenças estatísticas entre as fontes proteicas. As concentrações dos metabólicos proteicos sanguíneos e parâmetros ruminais, não tiveram influência das fontes proteicas. Entretanto, foi observada diferença

significativa nas concentrações médias dos metabólicos sanguíneos e nos parâmetros ruminais entre os horários de coleta ($P < 0,05$). Os farelos de soja, algodão, amendoim e girassol podem ser utilizados na dieta de novilhas mestiças Holandês x Zebu na fase de recria, visto que proporcionam condições favoráveis de metabolismo ruminal.

Palavras-Chave: balanço de nitrogênio, digestibilidade, metabólicos sanguíneos, parâmetros ruminais, proteína microbiana, taxa de passagem

1. Introdução

A proteína, seguida da energia, é o nutriente mais exigido pelos ruminantes, e os conceitos sobre a nutrição deste nutriente têm evoluído de forma consideravelmente nas últimas duas décadas. Os sistemas evoluíram das determinações de exigências em proteína bruta para os atuais modelos de proteína metabolizável, que permitem adequar as exigências da população microbiana ruminal em compostos nitrogenados, assim como as exigências do ruminante em proteína metabolizável (SANTOS, 2006).

Esta adequação nas exigências tanto dos microorganismos, quanto do animal hospedeiro, somente é possível devido ao fracionamento da proteína bruta em proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR). Neste sentido, é preciso considerar que a inclusão de diferentes fontes de proteína, tais como os farelos de soja, algodão, amendoim e girassol, em dietas para novilhas em crescimento, pode causar alterações no metabolismo ruminal, através das diferentes proporções de PDR e PNDR de cada fonte e da associação desta com o volumoso fornecido. Estas especificidades podem modificar a flora microbiana, a digestibilidade da dieta, o aproveitamento de nutrientes e conseqüentemente, alterar os produtos finais da fermentação e a produção e eficiência da proteína microbiana. A eficiência de produção microbiana e o fluxo microbiano são fatores determinantes da quantidade de proteína microbiana que alcança o intestino delgado, sendo esta fonte considerada como principal componente da proteína metabolizável. De acordo com o NRC (2001), a proteína sintetizada pelos microrganismos ruminais possui excelente perfil aminoacídico e composição pouco variável.

SANTOS (2006) afirmou que para se ter sucesso com a inclusão de fontes ricas em PNDR, é preciso respeitar a concentração adequada de PDR na dieta, com o objetivo de maximizar a síntese de proteína microbiana. Contudo, o excesso de PDR na dieta, será degradado a nitrogênio amoniacal, absorvido, metabolizado a ureia no fígado e perdido na urina (BACH et al., 2005). Portanto, torna-se imprescindível uma maior compreensão e avaliação de dietas com

diferentes fontes de proteína (farelo de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo de girassol) sobre o metabolismo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar.

Devido a estes fatos, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar dietas com diferentes fontes de proteína (farelo de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo de girassol) para as variáveis do metabolismo ruminal e protéico de novilhas mestiças Holandês x Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar e diferentes fontes de proteína

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avaliação de Alimentos e Digestibilidade, pertencente ao Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal – SP, durante o período de junho a setembro de 2009.

Foram utilizadas oito novilhas Holandês x Zebu, com peso corporal (PC) médio inicial de 202,12 kg \pm 11,54 e 18 meses de idade, fistuladas no rúmen e duodeno. Estas foram alojadas em baias individuais com dimensão de 21 m² durante o período de adaptação e coletas dos dados referentes a taxa de passagem, metabólicos proteicos sanguíneos e parâmetros ruminais, e em gaiolas para estudos de metabolismo com bandejas adaptadas para coleta total de fezes durante as demais coletas. As baias e gaiolas possuíam bebedouros e comedouros individuais. Os animais receberam complexo vitamínico ADE e foram tratados contra endo e ectoparasitas, o qual tinha como princípio ativo a ivermectina, 15 dias antes do início do experimento.

A formulação das dietas foi realizada de acordo com as recomendações estimadas pelo sistema Cornell Net Carbohydrate and Protein System (FOX et al., 1992) com auxílio do programa de formulação de ração RLM[®]/Esalq-USP (1999). As dietas foram formuladas a fim de atender os requisitos mínimos de proteína degradável (PDR) e não degradável no rúmen (PNDR) imposto pelo programa. A estimativa do ganho de peso foi efetuada através do mesmo programa de

formulação de ração, considerando o consumo médio das dietas de 2,36% peso corporal (PC), valor médio de 0,80 kg/dia.

A cana-de-açúcar utilizada como volumoso exclusivo foi a variedade SP80-2015, colhida de forma manual a cada dois dias e picada diariamente para o fornecimento aos animais. A picagem foi realizada com auxílio de picadeira estacionária, regulada para que o tamanho da partícula não excedesse a 2,0 cm. Os concentrados foram compostos de milho grão moídos, suplemento mineral, ureia e diferentes fontes proteicas (farelos de soja, algodão, amendoim e girassol). As composições químicas das fontes proteicas, concentrados e da cana-de-açúcar estão na Tabela 1. O fracionamento da proteína das fontes proteicas e do volumoso utilizado estão na Tabela 2.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e dos concentrados experimentais

Ingredientes	Composição químico-bromatológica		
	MS	PB (% MS)	FDN (% MS)
Cana-de-açúcar	27,88	3,39	56,57
Farelo de Soja	89,43	49,56	15,54
Farelo de Algodão	89,11	44,39	36,13
Farelo de Amendoim	90,34	51,11	13,97
Farelo de Girassol	89,77	35,56	38,56
Concentrado Farelo de Soja (FG)	91,99	28,64	12,13
Concentrado Farelo de Algodão (FAL)	92,01	28,20	19,61
Concentrado Farelo de Amendoim (FAM)	92,25	28,22	11,55
Concentrado Farelo de Girassol (FG)	92,30	27,73	22,75

Tabela 2. Fracionamento de proteína do volumoso e das fontes proteicas utilizadas

Frações	Cana	Farelo de Soja	Farelo de Algodão	Farelo de Amendoim	Farelo de Girassol
A	1,50	13,25	10,66	11,79	9,58
B ₁	8,89	5,09	4,75	5,02	4,74
B ₂	71,01	70,28	67,04	67,97	59,39
B ₃	15,10	5,69	8,89	7,43	12,97
C	3,50	5,69	8,67	7,79	13,31

As dietas experimentais foram isoproteicas e fornecidas na proporção volumoso:concentrado de 60:40, base na matéria seca. A porcentagem dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Porcentagem dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais

Ingredientes	Dietas ¹ (% da MS)			
	FS	FAL	FAM	FG
Cana-de-açúcar	60,00	60,00	60,00	60,00
Farelo de Soja	15,00	-	-	-
Farelo de Algodão	-	15,00	-	-
Farelo de Amendoim	-	-	14,80	-
Farelo de Girassol	-	-	-	18,00
Milho moído	23,35	23,50	23,30	20,00
Suplemento mineral ²	1,00	1,00	1,00	1,00
Ureia	0,65	0,50	0,90	1,00
	Perfil nutricional			
MS (%)	53,52	53,66	53,54	53,77
	(%MS)			
Matéria orgânica	96,58	96,55	96,75	96,84
Matéria mineral	3,42	3,45	3,25	3,16
Proteína bruta	13,49	13,31	13,32	13,12
Extrato etéreo	1,11	0,99	0,90	0,80
FDN	38,80	35,10	35,90	36,22
FDA	18,87	18,92	19,49	19,98
Lignina	2,01	2,78	2,23	2,17
CHOT	81,95	82,14	82,17	82,58
CNF	43,15	43,58	40,28	39,53
NDT	68,45	63,43	64,28	61,75
	(%PB)			
PDR	59,98	56,22	58,16	56,87
PNDR	40,02	42,78	40,84	42,13
Frações ³	Fracionamento de Proteína (%PB)			
A	6,41	5,89	6,41	6,08
B ₁	8,07	8,03	8,04	7,87
B ₂	67,01	66,61	66,50	65,17
B ₃	13,44	13,94	13,68	14,42
C	4,07	4,53	4,37	5,46

¹FS – dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de soja; FAL - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de algodão; FAM - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de amendoim; FG - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de girassol. ² Composição do produto (Cálcio: 146 g; Fósforo: 40 g; Magnésio: 20 g; Enxofre: 40 g; Sódio: 56 g; Cobre: 350 g; Manganês: 900 mg; Zinco: 1300 mg; Iodo: 24 mg; Cobalto: 10 mg; Selênio: 10 mg; Flúor (máx.): 400 mg; Monensina: 670mg); ³ Fração A – fração solúvel, composta de nitrogênio não protéico; Fração B₁ – fração de degradação rápida, composta de proteína verdadeira solúvel; Fração B₂ – fração de degradação variável, composta de proteína insolúvel; Fração B₃ – de degradação lenta composta de proteína insolúvel em detergente neutro, mas solúvel em detergente ácido; Fração C – indigestível e composta de Proteína insolúvel em detergente ácido (VAN SOEST, 1994).

Na alimentação matinal (07:00 h) os animais receberam todo o volumoso e aproximadamente 50% do concentrado total, enquanto que, na alimentação da tarde (15:30 h), o restante do concentrado foi fornecido e misturado ao alimento presente no cocho

O período experimental foi constituído de 28 dias, sendo esses distribuídos da seguinte maneira: 1º ao 9º dia foi realizada a adaptação dos animais as dietas, sendo que as dietas fornecidas durante o período de adaptação foram iguais às dietas experimentais; 10º ao 14º foram feitas as coletas referentes à taxa de passagem; 15º ao 20º dia foi destinado à adaptação dos animais aos indicadores externos (Cr-EDTA e YbCl₃); no 17º coleta de sangue para determinação dos metabólicos proteicos sanguíneos; 20º ao 25º as coletas de fezes, alimentos e sobras para a obtenção dos dados de digestibilidade aparente total e consumo de nutrientes, além da coleta total de urina, para quantificar os derivados de purina e proteína microbiana; 26º e 27º foram efetuadas as coletas de fluxo de nutrientes para estimar os coeficientes de digestibilidades parciais (ruminal e pós-ruminal); 28º para a coleta de pH, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e nitrogênio amoniacal (N-NH₃).

Na estimativa da taxa de passagem da fração fibrosa da dieta, isto é, da cana-de-açúcar, foi utilizado o indicador acetato de itérbio mordantado a fibra, seguindo basicamente a metodologia descrita por UDÉN et al. (1980), com a substituição do ácido cítrico pelo o ácido acético glacial como fixador do itérbio na parede celular do volumoso. O indicador foi fornecido aos animais, na quantidade de 50g de cana-de-açúcar mordantada com acetato de itérbio, em única dosagem, diretamente no rúmen na manhã do 9º dia experimental.

No momento do fornecimento foi realizada coleta de fezes, referente ao tempo zero da curva de excreção dos indicadores. Posteriormente foram realizadas coletas de fezes nos tempos 09, 24, 33, 48, 57, 72, 81, 96, 105 e 120h (10º ao 14º dia) após o fornecimento do indicador. As amostras foram coletadas do chão, após defecação dos animais nestes horários ou mediante coleta diretamente no reto dos animais. Nas coletas do chão tomou-se cuidado de coletar

a parte que não estava em contato com o concreto das baias para evitar possíveis contaminações.

No cálculo da taxa de passagem da cana-de-açúcar foi utilizado o modelo unicompartmental, descrito por CZERKAWSKI (1986).

$$Y = ae^{-Kt}$$

em que, Y : concentração do indicador no tempo t ; K : taxa de passagem no rúmen (h⁻¹); t : tempo de amostragem do indicador (h); a : concentração do indicador em tempo zero, pressupondo a homogeneização instantânea ao conteúdo ruminal; e : base do logaritmo neperiano.

O tempo de retenção, parâmetro inversamente proporcional à taxa de passagem K_p , foi determinada através da fórmula descrita por CZERKAWSKI (1986).

$$TRR = \frac{1}{K_p}$$

A coleta total de fezes foi realizada do 20^o ao 25^o dia. As fezes foram retiradas diariamente das bandejas às 8 horas, pesadas, homogeneizadas e amostradas sempre em 5% do total excretado. Neste mesmo as sobras foram pesadas diariamente e amostras tanto da dieta fornecida, quanto das sobras foram feitas para posterior determinação de digestibilidade aparente total e ingestão dos nutrientes. As amostras parciais de fezes, dieta e sobras foram secas em estufa com ventilação de ar forçada a 55 °C e moídas em moinho de facas com peneira de crivos de 1 mm e misturadas, formando-se uma amostra composta por animal a cada período, para posteriores análises químicas.

As coletas para estimativa do fluxo duodenal de matéria seca foi realizada no 26^o e 27^o dias, às 05, 08, 14 e 20 horas no 26^o dia, e às 02, 11, 17 e 23 horas no 27^o dia, com objetivo de obter uma amostra representativa ao longo das 24 horas. As amostras foram coletadas diretamente da cânula do duodeno dos

animais, na quantidade de 500 mL/animal/coleta para estimativa do fluxo duodenal de matéria seca através da metodologia do duplo indicador.

O fluxo foi estimado pelo método de duplo indicador, conforme descrito por FAICHNEY (1975). Neste método, o Cr-EDTA foi utilizado como marcador da fase líquida e sua concentração foi estimado na amostra original, a qual não houve separação das fases líquidas e sólidas do conteúdo ruminal. Na obtenção desta amostra original, metade das amostras foram coletadas e imediatamente secas em estufa de ventilação de ar forçado a 55 °C, por 72 horas, portanto não houve separação das fases sólida e líquida, mantendo o conteúdo ruminal original. Posteriormente estas amostras foram trituradas em moinho provido de peneiras com crivos de 1mm. Já o YbCl₃ foi utilizado como marcador da fase sólida, e foi determinado na amostra parcial, a qual somente continha a fase sólida do conteúdo ruminal, visto que a fase líquida foi desprezada. Para esta separação amostras foram congeladas a -15 °C logo após as coletas, e posteriormente descongeladas e filtradas em tecido duplo de algodão para separação das fases líquidas e sólidas. A fase considerada sólida foi a que ficou retida no tecido, enquanto que, a fase considerada fluida, passou pelo tecido e foi desconsiderada. Após secagem e moagem, formou-se uma amostra composta com base na matéria seca de cada amostra/horário e por período experimental, para posterior análise dos indicadores. A associação utilizada na combinação Cr-EDTA/YbCl₃, para posteriores cálculos de reconstituição da amostra e estimativa do fluxo de digesta duodenal.

A determinação do fluxo da digesta e das digestibilidades ruminais e pós-ruminais foram estimadas através das seguintes fórmulas:

Fluxo duodenal:

$$R = \frac{[(\text{indic sol } F_{\text{liq}}/\text{Dosagem indic sol}) - (\text{indic liq } F_{\text{liq}}/\text{Dosagem indic liq})]}{(\text{indic liq } F_{\text{sol}}/\text{dosagem indic sol})}$$

Onde, R : fator de reconstituição; $Indic\ sol\ Fliq$: concentração do indicador sólido na fase líquida da digesta duodenal (mg/kg) obtido na amostra original; $Dosagem\ indic\ sol$: dosagem diária de indicador de fase sólida da digesta duodenal (mg/dia); $Indic\ liq$: concentração do indicador líquido na fase líquida da digesta duodenal (mg/kg) obtido na amostra original; $Dosagem\ indic\ liq$: dosagem diária do indicador de fase líquida da digesta duodenal (mg/dia); $Indic\ liq\ Fsol$: concentração do indicador líquido na fase sólida da digesta duodenal (mg/kg) obtido na amostra que houve separação das frações; $Dosagem\ indic\ sol$: dosagem do indicador sólido da digesta duodenal (mg/dia).

Digestibilidade ruminal e pós ruminal:

$$Digestibilidade\ ruminal\ (\%) = \frac{[Consumo\ (kg) - Fluxo\ estimado\ pelo\ indicador\ (kg)]}{Consumo\ (kg)} \times 100$$

$$Digestibilidade\ pós - ruminal\ (\%) = \frac{[Fluxo\ duodeno\ (kg) - Produção\ fecal\ (kg)]}{Consumo\ (kg)} \times 100$$

As amostras de fezes obtidas na coleta total e na taxa de passagem, além das amostras de fluxo duodenal foram submetidas à digestão nitroperclórica (DE VEGA & POPPI, 1997) para determinação da concentração de itérbio e cromo através de leituras realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica conforme método descrito por WILLIAMS et al. (1962).

A determinação da produção de nitrogênio microbiano (N_{mic}) foi realizada através da excreção de derivados de purinas (alantoína e ácido úrico), que foram utilizados como marcadores metabólicos da síntese proteínica microbiana.

Durante os cinco dias de cada período experimental foram realizadas as coletas totais (24 horas) de urina, utilizando-se sondas de Folley, segundo metodologia descrita por VALADARES et al. (1997). Na extremidade das sondas foram acoplados tubos de polietileno que faziam a ligação entre a sonda e o recipiente plástico que recebia a urina, localizado no chão ao lado de cada gaiola

metabólica. Os recipientes que receberam a urina continham 300 mL de ácido sulfúrico a 20%. Ao término da coleta, após medição, homogeneização e filtragem, foram retiradas alíquotas de 10 mL, diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico 0,0036 N. Estas amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos e armazenadas a -15 °C, para posteriores análises de alantoína, ácido úrico, creatinina e ureia.

As análises dos derivados de purinas (alantoína e ácido úrico) foram realizadas pelo método colorimétrico, conforme técnica de FUJIHARA et al. (1987), descrita por CHEN & GOMES (1992). As purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas na urina (Y, mmol/dia), por intermédio da equação:

$$Y = 0,85 X + 0,385 PV^{x0,75}$$

em que, 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas; e $0,385 PV^{x0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (VERBIC et al., 1990).

O fluxo intestinal de compostos nitrogenados (N) microbianos (Y, gN/dia) foi calculado em função das purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação:

$$Y = \frac{70 X}{(0,83 x 0,116 x 1000)}$$

em que, 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol); 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas; e 0,116 a relação N-purina:N-total nas bactérias (CHEN & GOMES, 1992).

O balanço de compostos nitrogenados foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido e o total de nitrogênio excretado nas fezes e na urina. As amostras utilizadas para a determinação destas variáveis foram às coletas totais de urina e fezes realizadas no ensaio de digestibilidade. A determinação do

nitrogênio total nas fezes e na urina foi feita segundo metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ, (2002).

Na determinação da concentração dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) e pH ruminal foram realizadas coletas do conteúdo ruminal no 28º dia de cada período experimental. As amostragens ocorreram nos tempos 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas após a primeira alimentação, sendo o conteúdo filtrado e em seguida, realizado a leitura de pH do líquido ruminal, em potenciômetro digital.

Duas alíquotas de 4 mL do fluido coletado foi acondicionada em frasco de plástico e, então congelada à $-20\text{ }^\circ\text{C}$, para posterior análise de ácidos graxos de cadeia curta, segundo método adaptado de ERWIN et al. (1961), utilizando-se cromatografia gasosa. A determinação da concentração de nitrogênio amoniacal foi realizada pelo sistema micro Kjeldahl, sem digestão ácida e foi utilizado como base para destilação o hidróxido de potássio (2N), conforme técnica descrita por FENNER (1965) e adaptada por VIEIRA (1980).

A cada período experimental o 17º dia foi destinado à realização das colheitas de sangue. Neste dia foram realizadas duas colheitas, a primeira antes da alimentação matinal e a segunda quatro horas após, visando identificar diferenças metabólicas entre o material colhido antes da primeira refeição diária e após a alimentação (KOZLOSKI, 2001).

Na análise dos parâmetros metabólicos sanguíneos, a colheita de sangue foi realizada após desinfecção prévia da região cervical com algodão embebido em solução de álcool iodado a 10%, em tubos de ensaio com vácuo, sem anticoagulante para separação do soro sanguíneo (BD Labor Import® – sem aditivo).

A colheita foi procedida por punção da veia jugular externa com agulhas estéreis, e o material colhido foi acondicionado em caixa isotérmica, sob uma temperatura compreendida entre $08\text{ }^\circ\text{C}$ e $15\text{ }^\circ\text{C}$. Em seguida, o material colhido foi centrifugado a 3000 rpm durante 15 minutos para separação do soro sanguíneo. O soro sanguíneo foi retido e armazenado em eppendorf de 1,5 mL, submetidos à congelamento e acondicionados à temperatura de $-20\text{ }^\circ\text{C}$.

Os metabólicos sanguíneos analisados foram a proteína total determinada pelo método do Biureto (Labtest Diagnóstica S.A.,Brasil); albumina, segundo o método do Verde de Bromocresol (Labtest Diagnóstica S.A.,Brasil); ureia pelo método enzimático UV (Labtest Diagnóstica S.A.,Brasil); e creatinina pelo método do princípio da reação com solução de Picrato em meio alcalino (Labtest Diagnóstica S.A.,Brasil).

Nas amostras compostas dos alimentos, sobras e fezes foram determinadas os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e nitrogênio (N) foram determinados de acordo com a AOAC (1990), descritos por SILVA & QUEIROZ (2002) e, para conversão em proteína bruta, foi utilizado o fator de correção de 6,25.

A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas com as amostras sendo submetidas à digestão utilizando as soluções de detergente neutro e ácido, respectivamente, descritas por VAN SOEST et al. (1991), utilizando sacos de TNT (tecido não-tecido), com gramatura 100 g/m^2 , confeccionados com as dimensões $5 \times 5 \text{ cm}$ em aparelho digestor de fibra modelo ANKON 200 (Ankom Technology Corp., Fairport, NY, USA), conforme metodologia descrita por (KOMAREK et al., 1993 e 1994). Na determinação da lignina foi utilizado o método sequencial segundo técnicas descritas por VAN SOEST (1991).

O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado pela diferença entre MS e MM, enquanto as concentrações de carboidratos totais (CHOT) foram calculados pela fórmula $CT = 100 - (PB + EE + cinzas)$ e os não-fibrosos (CNF) foram obtidos pela fórmula $CNF = CT - FDN_{cp}$, em que FDN_{cp} é fibra em detergente neutro isenta de cinzas e proteínas (SNIFFEN et al., 1992). Os nutrientes digestíveis totais foram calculados conforme NRC (2001), $NDT = PBD + EED \times 2,25 + FDND + CNFD$, em que PBD, EED e CNFD representam os nutrientes digestíveis.

O fracionamento de proteína, foi realizado de acordo com LICITRA et al. (1996), no qual a fração A (NPN) foi obtida pelo tratamento da amostra (0,5g) com 50mL de água destilada por 30 minutos e pela adição subsequente de 10mL de ácido tricloroacético (TCA) a 10% por mais 30 minutos. Após, filtrou-se em papel

de filtro (Whatman 54) e foi determinado o nitrogênio residual. Pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio residual insolúvel em TCA, foi obtida a fração A. O nitrogênio insolúvel total foi determinado a partir do tratamento de 0,5g da amostra com tampão borato-fosfato (TBF). O nitrogênio solúvel total foi obtido pela diferença entre o nitrogênio total menos o nitrogênio insolúvel no TBF. A fração B₁ (pertinente às proteínas solúveis) foi determinada pela diferença entre a fração do nitrogênio solúvel total menos fração A. A fração B₃ foi calculada pela diferença entre o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA). A fração C foi considerada como o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), e a fração B₂, determinada pela diferença entre 100 e as frações A, B₁, B₃ e C como porcentagem da proteína.

Após as determinações das frações proteicas e utilizando a taxa de passagem (K_p) obtida neste experimento, associada a taxas de degradação (K_d) tabelada de cada alimento (VALADARES FILHO & OLIVEIRA, 2010), foi realizado o cálculo dos teores de proteína degradável (PDR) e não degradável no rúmen (PNDR), utilizando às formulas descritas a abaixo. A ureia contém taxa de degradação nula. O suplemento mineral, por não conter fontes de proteína não participou nos cálculos.

$$\text{PDR (\%PB)} = A + B * \left(\frac{K_d}{K_d + K_p} \right)$$

$$\text{PNDR (\%PB)} = B * \left(\frac{K_p}{K_d + K_p} \right) + C$$

em que A representa a fração de nitrogênio não protéico; B é o somatório da frações B₁, B₂ e B₃, as quais representam a proteína verdadeira potencialmente degradável; C é a proteína indisponível.

O delineamento experimental adotado foi um duplo quadrado latino 4 x 4, com oito animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. As médias das digestibilidades, aparente total e parcial, balanço de compostos nitrogenados,

produção de proteína microbiana foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de significância por meio do pacote estatístico SAS (2003). As variáveis de parâmetros sanguíneos e ruminais foi utilizado o mesmo delineamento, porém com medidas repetidas no tempo. Os parâmetros do modelo (tempo e concentração do indicador em cada tempo) para a determinação da taxa de passagem, foram estimados por ajuste das curvas de excreção fecal do indicador, utilizando o procedimento de regressão não-linear de Gauss-Newton, do programa SAS (2003).

3. Resultados

A ingestão de matéria seca (IMS), proteína bruta (IPB), matéria orgânica (IMO) e fibra em detergente neutro (IFDN) não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos propostos, tanto expresso em kg MS/dia, quanto em porcentagem do peso corporal (Tabela 4).

Tabela 4. Ingestões de matéria seca (IMS), proteína bruta (IPB), extrato etéreo (IEE), matéria mineral (IMM), matéria orgânica (IMO) e fibra em detergente neutro (IFDN), em kg/dia e porcentagem do peso corporal (% PC) de novilhas mestiças Holandês/Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína

Variáveis	Dietas ¹				P	CV (%)
	FS	FAL	FAM	FG		
	Ingestão (kg MS/dia)					
IMS	5,18	5,11	5,21	5,02	0,735	8,66
IPB	0,65	0,63	0,65	0,62	0,727	9,14
IMO	4,52	4,44	4,55	4,36	0,783	8,89
IFDN	1,87	1,83	1,86	1,88	0,734	11,12
	Ingestão (%PC)					
IMS	2,36	2,34	2,33	2,30	0,838	8,23
IPB	0,30	0,29	0,29	0,28	0,833	8,81
IMO	2,06	2,04	2,04	1,99	0,904	8,61
IFDN	0,77	0,81	0,75	0,83	0,567	10,68

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$); ¹FS – dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de soja como fonte protéica; FAL - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de algodão como fonte protéica; FAM - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de amendoim como fonte protéica; FG - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de girassol como fonte protéica; P=probabilidades; CV=Coeficiente de Variação.

As médias de digestibilidade aparente total da matéria seca (DATMS), matéria orgânica (DATMO), proteína bruta (DATPB) e fibra em detergente neutro (DATFDN), obtidas por meio da coleta total de fezes não apresentaram diferença ($P>0,05$) para as fontes proteicas avaliadas (Tabela 5).

Tabela 5. Fluxo de matéria seca (FMS), digestibilidade aparente total (DAT), ruminal (DAR) e pós-ruminal (DAPR) e taxa de passagem de novilhas mestiças Holandês/Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína

Variáveis	Dietas ¹				P	CV (%)
	FS	FAL	FAM	FG		
Digestibilidade Aparente Total Observada (%)						
DATMS	69,83	68,32	68,23	66,74	0,593	6,48
DATMO	66,55	66,62	67,35	64,22	0,283	4,75
DATPB	67,52	67,65	68,45	65,44	0,299	4,77
DATFDN	51,59	51,70	52,31	49,90	0,327	9,04
Fluxo de Matéria Seca						
FMS ² (kg/dia)	1,84	1,90	1,98	2,04	0,890	33,56
Digestibilidade Aparente Ruminal ³ (%)						
DARMS	74,61	76,23	72,70	68,51	0,663	25,18
DARMO	77,12	79,24	75,84	67,53	0,733	25,86
DARPB	31,56	29,02	28,35	27,57	0,664	32,92
DARFDN	94,84	93,70	94,70	91,01	0,665	29,97
Digestibilidade Aparente Pós-ruminal ³ (%)						
DAPRMS	23,26	23,74	29,06	23,39	0,252	32,67
DAPRMO	20,93	21,51	26,21	21,54	0,147	15,07
DAPRPB	72,11	65,69	67,53	75,12	0,345	54,89
DAPRFDN	3,33	7,33	4,81	5,61	0,127	29,81
Taxa de Passagem						
TP ⁴ – Kp (%h)	3,51	3,45	3,39	3,35	0,700	2,80
TR ⁵ (h)	30,25	30,41	30,45	30,76	0,688	2,81

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$); ¹FS – dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de soja como fonte protéica; FAL - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de algodão como fonte protéica; FAM - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de amendoim como fonte protéica; FG - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de girassol como fonte protéica; ² Estimado pela associação de Cr-EDTA/YbCl₃, no método de duplo indicador; ³ obtidas em função da digestibilidade total dos nutrientes em 100%; ⁴ Taxa de passagem; ⁵ Tempo de retenção; P=probabilidades; CV=Coefficiente de Variação.

O fluxo de matéria seca estimado, obtido pela associação de Cr-EDTA/YbCl₃, no método de duplo indicador, não apresentou diferença ($P>0,05$) para as diversas fontes proteicas analisadas (Tabela 5).

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) nos valores de digestibilidade aparente ruminal e pós-ruminal, da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro das dietas experimentais (Tabela 5). Quando foram avaliadas as estimativas da taxa de passagem, considerando as fontes proteicas, também não foram observadas diferenças ($P>0,05$).

Não houve diferença ($P>0,05$) para a excreção de derivados de purinas (alantoína e ácido úrico), creatinina, ureia, nitrogênio microbiano (Nmic), proteína microbiana (Pmic), eficiência de síntese microbiana (g Pmic/kgNDT), derivados totais e proteínas absorvidas (mmol/dia), obtidas através de coleta total de urina, para as dietas experimentais (Tabela 6).

Tabela 6. Excreção de creatinina, uréia, derivados de purinas, nitrogênio microbiano (Nmic), proteína microbiana (Pmic), eficiência de síntese microbiana (g Pmic/kgNDT), em novilhas mestiças Holandês/Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína

Variáveis	Dietas ¹				P	CV (%)
	FS	FAL	FAM	FG		
Ureia (mg/kgPC)	219,11	212,92	226,88	236,02	0,617	11,78
Creatinina (mg/kgPC)	32,02	30,98	31,13	30,44	0,666	8,17
Alantoína (mmol/dia)	138,09	139,85	139,41	137,97	0,914	17,57
Ácido Úrico (mmol/dia)	8,92	8,99	9,37	9,16	0,754	11,79
Derivados Totais (mmol/dia)	147,01	148,84	148,78	147,13	0,102	17,90
Pabs (mmol/dia)	147,61	149,76	149,69	147,75	0,345	17,48
Nmic (g/dia)	93,02	94,26	94,33	92,99	0,127	29,81
Pmic (g/dia)	581,35	589,12	589,54	581,20	0,252	32,70
Eficiência (g Pmic/ kg NDT)	173,54	170,26	163,76	160,60	0,928	21,33

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$); ¹FS – dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de soja como fonte protéica; FAL - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de algodão como fonte protéica; FAM - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de amendoim como fonte protéica; FG - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de girassol como fonte protéica; P=probabilidades; CV=Coeficiente de Variação.

Pôde ser observado, na Tabela 7, que as variáveis analisadas na obtenção do balanço de nitrogênio não apresentaram diferenças entre as fontes proteicas ($P>0,05$).

Foram observadas diferenças nos tempos de coleta ($P<0,05$). No tempo de 10 horas após a primeira alimentação a concentração de N-NH₃ foi inferior ($P<0,05$) aos tempos de 1 e 2 horas, os quais apresentaram as maiores médias para este parâmetro, e superior aos demais tempos de coleta. Os tratamentos

propostos não influenciaram os valores médios de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) (P>0,05). Os valores médios de pH ruminal não apresentaram diferença (P>0,05) entre as dietas fornecidas. No entanto, houve efeito do horário de coleta (P<0,05) nos valores de pH ruminal, com queda significativa (P<0,05) a partir de 4 horas após a primeira alimentação quando comparado aos tempos de 0; 1 e 2 horas. Além disso, observou-se que os valores obtidos nos tempos de 10 e 12 horas após a primeira alimentação foram inferiores estatisticamente aos demais horários de coleta. Não houve interação significativa (P>0,05) entre os horários de coleta e as fontes proteicas para os valores de pH e N-NH₃.

Tabela 7. Balanço de nitrogênio (N) de novilhas mestiças Holandês/Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína

Parâmetros	Dietas ¹				P	CV (%)
	FS	FAL	FAM	FG		
IMS ² (kg/dia)	5,18	5,11	5,21	5,02	0,735	9,13
N ingerido (g/dia)	104,53	101,95	100,69	104,59	0,827	24,71
N fecal (g/dia)	23,59	24,10	27,77	24,10	0,444	15,05
N urinário (g/dia)	32,23	32,23	32,70	32,09	0,876	21,86
Balanço de N (g/dia)	48,70	45,62	44,59	40,22	0,404	16,00
Balanço de N (% N ingerido)	46,60	44,72	40,22	42,69	0,326	8,92

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$); ² Ingestão de Matéria Seca; P=probabilidades; CV=coeficiente de variação.

Nas concentrações ruminais de acético (C2), propiônico (C3) e butírico (C4), somente o C4 apresentou diferença entre as fontes proteicas (P<0,05), em que os animais que receberam a dieta com farelo de girassol apresentaram valor médio inferior as demais fontes.

A relação C2/C3 não apresentou influência (P>0,05) das dietas; no entanto apresentou diferença significativa em relação aos tempos de coleta (P<0,05). Pôde ser verificado na Tabela 8, que os tempos 1; 2; 4; 6; 8 e 12 horas após a alimentação foram semelhantes entre si, mas inferiores as médias no tempo zero, e superiores as médias obtidas 10 horas após a alimentação.

Quanto à concentração média ruminal dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), não houve diferença estatística (P>0,05) entre as fontes proteicas estudadas. Contudo, houve efeito dos tempos de coleta (P<0,05), e os tempos 2;

4; 8; 10 e 12 horas após a alimentação apresentaram as maiores concentrações médias.

Tabela 8. Médias de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) de novilhas mestiças Holandês, alimentadas com dietas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína

Variáveis	Dietas ¹				Horário de Coleta								CV (%)
	FS	FAL	FAM	FG	0	1	2	4	6	8	10	12	
N-NH ₃ (mg/dL)	17,10	16,90	13,30	12,60	11,60c	23,20a	22,80a	12,80c	9,30c	11,30c	17,30b	11,40c	31,7
pH	6,40	6,44	6,48	6,61	6,72a	6,63ab	6,55abc	6,44cd	6,48bc	6,51bc	6,28d	6,25d	3,7
C2 (mmol/L)	67,80	66,20	63,40	60,90	69,50a	61,20ab	65,80ab	64,00ab	62,60ab	69,20a	67,50b	66,70ab	27,3
C3 (mmol/L)	28,40	28,01	37,80	31,20	18,10c	28,50bc	30,40b	31,40b	30,40b	31,00b	45,90a	34,80b	35,9
C4 (mmol/L)	16,5a	15,7a	14,5a	11,5b	10,86d	12,23cd	13,71c	14,93bc	14,84c	15,29bc	17,94a	16,66ab	15,5
C2/C3	4,11	4,22	4,37	5,30	6,40a	5,00b	4,80b	4,28b	4,18b	5,52b	3,76c	4,00b	34,45
AGCC Total	112,7	109,91	115,70	103,60	98,46c	101,93c	109,91abc	110,33abc	107,84bc	115,49ab	121,34a	188,16ab	18,01

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$); ¹FS – dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de soja como fonte protéica; FAL - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de algodão como fonte protéica; FAM - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de amendoim como fonte protéica; FG - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de girassol como fonte protéica; C2 = Acetato; C3=Propionato; C4 = Butirato; CV=Coefficiente de Variação.

Observou-se que as fontes proteicas não influenciaram ($P>0,05$) as concentrações de proteínas totais, albumina, ureia e creatinina no soro sanguíneo de novilhas mestiças Holandês/Zebu. No entanto, foi observada diferença significativa ($P<0,05$) nas concentrações médias dos parâmetros sanguíneos proteicos, com exceção da creatinina, entre os horários de colheita do sangue (antes ou 4 h após a alimentação). Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre fontes proteicas x horário de colheita na concentração dos metabólitos sanguíneos proteicos estudados (Tabela 9).

Tabela 9. Concentrações séricas de proteínas totais (PT), albumina (ALB), uréia (URE) e creatinina (CRET) de novilhas mestiças Holandês/Zebu, em fase de recria, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína

Variável	Dietas ¹				P	Tempos de Coleta		P	CV (%)
						(horas)			
	FS	FAL	FAM	FG		0	4		
PT ¹	7,03	7,13	7,03	6,89	0,732	7,15a	6,88b	0,027	6,5
ALB ¹	2,12	2,22	2,23	2,25	0,622	2,33a	2,09b	0,002	10,2
URE ²	20,85	26,94	18,19	20,77	0,184	18,77b	24,61a	0,023	44,5
CRET ²	1,43	1,37	1,45	1,46	0,737	1,45	1,41	0,421	15,9

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$); 1FS – dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de soja como fonte proteica; FAL - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de algodão como fonte proteica; FAM - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de amendoim como fonte proteica; FG - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de girassol como fonte proteica; P=probabilidades; CV=Coefficiente de Variação. ¹ unidade – g/dL; ² unidade – mg/dL

4. Discussão

A ingestão de matéria seca e demais nutrientes em animais em ensaios de metabolismo pode ser influenciada pelo manejo estressante de coletas quando comparado à ingestão de animais em estudos de desempenho. Todavia, analisando as médias observadas (Tabela 4), as quais foram de 5,18; 5,11; 5,21 e 5,02 kg MS/dia ($P>0,05$) e de 2,36; 2,34; 2,33 e 2,30 %PC ($P>0,05$) para as dietas contendo os farelos de soja, algodão, amendoim e girassol, respectivamente, associada aos demais parâmetros analisados neste estudo, pode-se inferir que o manejo experimental durante o ensaio de metabolismo não influenciou na ingestão

das dietas, e que os resultados obtidos estão dentro do esperado no momento da formulação das dietas experimentais. Deve-se ressaltar a importância da ingestão de matéria seca no metabolismo ruminal, pois este parâmetro determina a quantidade de nutrientes ingeridos que estarão à disposição da flora microbiana nos processos de digestão, absorção, transporte e utilização de metabólitos.

Os valores de fluxo de matéria seca também são importantes em ensaios de metabolismo ruminal, pois permitem o fracionamento da digestibilidade total em ruminal e pós-ruminal. Os resultados estimados para fluxo de matéria seca (FMS), obtidos utilizando o Cr-EDTA/YbCl₃ na metodologia de duplo indicador, foram de 1,84; 1,90; 1,98 e 2,04 kg/dia ($P > 0,05$) para as dietas que continham os farelos de soja, algodão, amendoim e girassol, respectivamente. Os resultados estimados podem ser considerados biologicamente aceitáveis, pois os valores obtidos foram menores que a média da ingestão de matéria seca, a qual foi de 5,13 kg MS/dia. Na avaliação do fluxo de digesta omasal através do sistema de indicadores duplo, utilizando as associações entre o complexo cobalto-EDTA (Co-EDTA), para a fase líquida, e diferentes fibras indigestíveis, como indicadores para a fase sólida, DIAS et al. (2007) encontraram valores médios de 1,28 kg/dia e consideraram os mesmos biologicamente aceitáveis para novilhas mestiças Holandês x Zebu, com peso médio inicial de 220 kg e 12 meses de idade. KELI (2006) relatou fluxos duodenais de nutrientes adequados estimados pelo método de duplo indicador com ovinos, em comparação ao fluxo de nutrientes duodenais obtidos pelo sacrifício dos animais. Segundo AHVENJÄRVI et al. (2003) o uso de dois indicadores, para diferentes fases do conteúdo ruminal permite a correção de tipos diferentes de partículas, obtendo estimativas de fluxo de digesta mais acurados.

Em relação à digestibilidade aparente total dos nutrientes, deve-se ressaltar que vários fatores podem influenciar este parâmetro, tais como, a composição dos alimentos e das dietas, efeito associativo entre alimentos, forma de arrazoamento, taxas de degradabilidade e passagem, relação proteína:energia e fatores inerentes ao animal (VAN SOEST, 1994; ØRSKOV, 2000). Contudo, quando observa-se os valores médios obtidos, os coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca (DATMS), matéria orgânica (DATMO), proteína bruta

(DATPB) e fibra em detergente neutro (DATFDN) foram de 68,28%; 66,18%; 67,26% e 51,37%, respectivamente, estão condizentes aos encontrados na literatura. GOULARTE et al., (2011) analisando os efeitos de diferentes relações volumoso:concentrado sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes de vacas mestiças, com 442,15kg peso vivo médio inicial, encontraram valores de digestibilidade aparente de 69,61%; 71,60%; 72,95% e 65,01% para a matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro, respectivamente, para uma relação volumoso:concentrado de 60:40.

Os coeficientes de digestibilidade ruminal, da taxa de passagem e tempo de retenção da dieta no rúmen podem ser discutidos de forma associada. Normalmente aumentos nos valores de taxa de passagem implicaram em menores coeficientes de digestibilidade aparente ruminal. No entanto as estimativas de taxa de passagem, tempo de retenção e digestibilidade ruminal de nutrientes são influenciadas por uma quantidade grande de parâmetros, tais como a capacidade gastrointestinal de fermentação, do sincronismo da relação energia:proteína no rúmen (VAN SOEST, 1994), das concentrações de fibra na dieta (FORBES, 1995), do limite físico do animal (JUNG & ALLEN, 1995), dentre outros. Devido a esse grande número de variáveis que influenciam à estreita relação entre a taxa de passagem e digestibilidade ruminal, as informações disponíveis são limitadas e pouco conclusivas, existindo uma lacuna no conhecimento sobre a taxa de passagem. Outro ponto que deve ser destacado que influenciou nos dados de digestibilidade ruminal e nos parâmetros de taxa de passagem relação ao fracionamento da proteína das fontes proteicas utilizadas. Neste sentido, podemos observar que o farelo de girassol apresenta a maior concentração da fração B₃ (13,31) quando comparado aos valores obtidos para o farelo de soja, farelo de algodão e farelo de amendoim, que apresentaram valores de 5,69; 8,67 e 7,79%, respectivamente. A fração B₃ representa a porção proteica insolúvel e de digestibilidade lenta no rúmen, e a maior concentração desta fração no farelo de girassol foi coerente com os menores coeficientes de digestibilidade ruminal da matéria seca e dos nutrientes avaliados apresentado pelos animais que foram alimentados com a dieta que continha este farelo.

A excreção média de ureia e creatinina foram de 223,73 e 31,14 mg/kgPC ($P>0,05$) (Tabela 5), para novilhas com peso médio de 219,75 kg, respectivamente. Os resultados obtidos foram superiores aos valores encontrados por RENNÓ et al. (2000), os quais foram de 184,85 e 27,36 mg/kgPC, em uma compilação de resultados de quatro experimentos distintos com novilhos com peso médio de 283 kg. A ureia constitui a principal forma pela qual os compostos nitrogenados são eliminados do organismo dos ruminantes; quando a taxa de síntese de amônia supera a sua utilização pelos microrganismos, observa-se elevação da concentração de amônia no rúmen, com conseqüente aumento da excreção de ureia, resultando, dessa forma, em perda de proteína (SANTOS, 2006). LEAL et al. (2007), assim como RENNÓ et al. (2000), encontraram valores inferiores aos encontrados neste presente estudo para concentração de ureia (148,1 mg/kgPC) na urina de novilhas de origem leiteira com peso médio de 287 ± 49 kg. Portanto, com base nos resultados obtidos, pode-se inferir que houve um excesso de proteína nas dietas experimentais.

Segundo BEZERRA et al. (2010), a produção diária de creatina (e, conseqüentemente, a excreção de creatinina) depende da massa muscular e, portanto, é proporcional ao peso do animal. Entretanto, uma vez que os animais apresentam proporções diferentes de tecidos (muscular, adiposo e ósseo) em cada fase de desenvolvimento, é possível que haja variações nas excreções diárias de creatinina (expressas em relação ao peso vivo do animal), visto que ela é sintetizada no tecido muscular (LEAL et al., 2007).

A determinação da excreção dos derivados de purina pode ser usada para quantificar a produção e a eficiência a síntese de proteína microbiana, sendo que estes pontos são fundamentais em estudos de metabolismo ruminal. Neste sentido, os valores médios de alantoína, ácido úrico e derivados totais, foram de 138,83; 9,11 e 147,94 mmol/dia ($P<0,05$) (Tabela 6). CHIZZOTTI et al. (2006), pesquisaram excreções de derivados de purina, em novilhas com cinco diferentes pesos (523, 453, 315, 235 e 118 kg), e observaram diferenças significativas nas excreções de alantoína e ácido úrico para os diferentes pesos corporais avaliados. RENNÓ et al. (2008) avaliaram a estimativa da produção de proteína microbiana

por meio dos derivados de purinas na urina de novilhos de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu, e verificaram diferenças na excreção dos derivados de purina, com superioridade nos valores para os animais holandeses, intermediárias para os mestiços e inferiores para os zebuínos. Em contrapartida, PINA et al. (2006) não encontraram diferença significativa na excreção dos derivados de purina de animais da raça Holandesa, com peso médio de 550 kg e produção de 25 kg de leite/dia, alimentadas com dietas constituídas de diferentes fontes proteicas. Desta forma, pode-se inferir que em grupos de animais com mesmo padrão genético e peso corporal semelhantes, as excreções de alantóina, ácido úrico e derivados totais de purina são muito semelhantes, independente da fonte de nitrogênio fornecida.

A eficiência de produção microbiana e o fluxo microbiano são fatores determinantes da quantidade de proteína microbiana que alcança o intestino delgado. Neste aspecto sabe-se que a síntese de nitrogênio microbiano e consequentemente da proteína microbiana, depende, entre outros aspectos, da concentração de carboidratos e de proteína no rúmen (CLARK et al., 1992; NRC, 2001), de modo que o crescimento microbiano aumenta com a sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o nitrogênio degradável no rúmen (RUSSELL et al., 1992; NRC, 1996). Assim, pode-se afirmar que não houve limitação do crescimento microbiano para nenhum dos tratamentos propostos, haja vista que os valores médios estimados, de nitrogênio e proteína microbiana foram de 93,65 g/dia e 585,30 g/dia ($P > 0,05$) (Tabela 7), os quais podem ser considerados altos, pois estimaram um valor médio de eficiência microbiana de 167,92 g Pmic/kgNDT. Este valor é superior, em relação aos valores preditos pelo NRC (2001), que é de 130 gPmic/kgNDT. CAVALCANTE et al. (2006) encontraram valores de 112,25 g Pmic/kgNDT de eficiência microbiana em novilhos Holandês x Zebu, com peso médio inicial de 487,3 kg, alimentados com dietas com 13,5% de PB e composta de 65% de feno de capim Tifton 85 e 35% de concentrado.

O suprimento de aminoácidos a partir da proteína microbiana é fundamental para o metabolismo protéico dos ruminantes, uma vez que a maior parte dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado é proveniente da proteína microbiana (PESSOA et al., 2009).

O balanço de nitrogênio apresentou médias de 44,78 g/dia, e 43,55 %N ingerido para as dietas fornecidas ($P > 0,05$) (Tabela 7). Os valores obtidos para nitrogênio ingerido, fecal e urinário não sofreram influência das fontes estudadas, devido à ingestão de matéria seca e a digestibilidade aparente total das dietas também não terem apresentado diferenças em relação às fontes proteicas. Na avaliação da influência do fornecimento de dois níveis de concentrados à base de farelo de soja ou farelo de algodão em dietas com silagem de milho para fêmeas leiteiras em crescimento, SANTOS et al. (2010) verificaram que os diferentes níveis de concentrado não afetaram a eficiência microbiana, entretanto, o fornecimento de 2 kg de concentrado aumentou a excreção de nitrogênio nas fezes. Segundo HOFFMAN et al. (2001), existe uma relação linear entre consumo de nitrogênio e excreção de nitrogênio nas fezes e na urina. O balanço dos compostos nitrogenados permite avaliar o estado nutricional dos animais através dos produtos finais absorvidos e da extensão das perdas excretadas, o qual poderá refletir na resposta produtiva. Mas para que se possa quantificar o nitrogênio presente na urina e nas fezes, se faz necessário o conhecimento do volume urinário e da produção de matéria seca fecal (PEREIRA, 2007).

O fornecimento de quantidade adequada (sem deficiência ou excesso) de PDR, preconizada no momento da formulação das dietas foi fundamental na maximização das digestibilidades total e parciais dos nutrientes, na síntese de proteína microbiana. Tanto a deficiência quanto o excesso de PDR decrescem o desempenho animal e a rentabilidade da exploração (VALADARES FILHO & OLIVEIRA, 2010). Considerando o valor de 85% de eficiência de utilização da PDR para síntese de PB pela microbiota ruminal (NRC, 2001), a recomendação de PDR seria de 141 gramas de PDR/kg de NDT consumido, ou seja, 14,1% do teor de NDT da dieta. Contudo, recomendações fixas de PDR devem ser utilizadas

com precaução, pois o valor ótimo depende de diversos fatores relacionados a dieta e ao animal.

A avaliação de parâmetros do rúmen, dentre estes o pH, o teor de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) e os ácidos graxos voláteis (AGVs) proporcionam o acompanhamento nutricional da dieta e da sua fermentação (ÍTAVO & ÍTAVO, 2005).

As dietas experimentais não apresentaram diferenças para as concentrações de pH e N-NH_3 ($P>0,05$). O valor médio de pH ruminal 6,48 está dentro da faixa que HILTNER & DEHORITH (1983) consideraram como ideal (6,2 a 7,0) para máxima digestibilidade da porção fibrosa da dieta. Esses mesmos autores consideraram que valores abaixo de 6,2 acarretam em redução significativa do processo de degradação da fibra, em decorrência da diminuição na atividade das bactérias fibrolíticas. Segundo HOOVER (1986) valores entre 4,5 e 5,0 implicam na completa estagnação da digestão da fibra.

As médias de concentração de N-NH_3 ruminal foram de 14,97 mg/dL, e estiveram acima de 5 mg/dL e 10 mg/dL, preconizado como mínimo por SATTER & SLYTER (1974) e LENG (1990), respectivamente, para que não haja decréscimo na digestão da fibra. Segundo ODLE & SCHAEFER (1987), a concentração ideal de N-NH_3 deve ser considerada a concentração mínima necessária para manter a taxa máxima de crescimento bacteriano. Para EARDMAN et al. (1986), a concentração de N-NH_3 requerida para a máxima digestão não é constante, mas varia em função da fermentabilidade da dieta.

Nesse contexto, considerando os valores obtidos de pH e a concentração de N-NH_3 ruminal, pode-se afirmar que nenhuma das dietas experimentais promoveu efeitos deletérios à adequada atividade da microbiota ruminal, conforme pode ser observado nos valores de digestibilidade aparente total e ruminal, na Tabela 4, e na eficiência da síntese de produção de proteína microbiana obtida a partir das dietas experimentais, conforme apresentado na Tabela 6.

As variações dos valores de pH ruminal encontradas nos diferentes horários de coleta ($P<0,05$) (Tabela 8), segundo DEVANT et al., (2000), provavelmente foram resultantes do aumento na ingestão de MS, no momento do fornecimento

das refeições e das diferentes taxas de digestão dos diversos carboidratos que compõem a dieta. Dessa forma, os menores valores de pH podem ser observados nos tempos de 4 e 10/12 horas após a primeira alimentação. Normalmente, entre meia hora a quatro horas após o fornecimento das refeições, o pH encontra-se mais baixo porque reflete o intervalo de tempo onde o balanço entre as taxas de produção de ácidos e a chegada de tamponantes via saliva, ocorre dentro do rúmen (SOUZA et al., 2009). Esta capacidade tamponante da dieta é determinada largamente pelo total de ruminção realizada pelo ruminante, que secreta mais saliva tamponante no intervalo de alimentação. Fisiologicamente, a FDN fisicamente efetiva tem sido determinada a fração do alimento que estimula a ruminção (MERTENS, 1997), e esta característica fisiológica da fibra, esta intimamente associada ao tamanho de partícula. KONONOFF et al., (2003) relataram correlação entre o tamanho da partícula da forragem e o pH ruminal. Neste sentido, LIMA (2003) demonstrou que os coeficientes de efetividade da fibra da cana-de-açúcar *in natura* são superiores quando comparados a diversos outros volumosos, tais como cana-de-açúcar tratada com NaOH, feno de alfafa e silagem de milho.

Também em relação aos tempos de coleta, as concentrações de N-NH₃ apresentaram diferenças (P<0,05) (Tabela 8). Os maiores concentrações de N-NH₃ foram obtidas nos tempos de 1 e 2 horas, seguido pelo tempo de 10 após a primeira refeição. A concentração de N-NH₃ no rúmen é consequência do equilíbrio entre a sua produção, absorção e utilização pelos microrganismos, que utilizam a mesma como fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana, implicando desta forma, diretamente no desempenho animal (ÍTAVO & ÍTAVO, 2005).

Observando-se de maneira associada os resultados de pH e N-NH₃ em função dos tempos de coleta pode-se destacar que as concentrações máximos destes parâmetros não aconteceram concomitantemente. Isso nos leva a inferir que mesmo com todos os cuidados estabelecidos durante a formulação das dietas em relação aos níveis de PDR, tem como objetivo uma maior sincronização de proteína:energia, a mesma não ocorreu de maneira eficiente. Neste sentido, HALL

& HUNTINGTON (2008) descrevem que o conceito sobre a sincronização entre energia e proteína ao se formular a dieta para maximização da fermentação ruminal parece ser difícil de serem alcançados na prática, devido à dificuldade em se prever os montantes disponíveis e destinos de diversos substratos, suas eficiências de utilização e rendimento dos produtos.

As concentrações dos ácidos graxos de cadeia curta (acético - C2; propionato - C3), a relação C2/C3 e o teor de AGCC total, não apresentaram diferenças entre os tratamentos ($P>0,05$). Já a teor do ácido butírico - C4 apresentou diferença para os diferentes farelos proteicos ($P<0,05$). Contudo, em termos de proporção molar, os ácidos acético, propiônico e butírico, representam 58,45%; 28,38% e 13,17%, respectivamente. De acordo com BLACK, (1990), a proporção molar típica dos AGCC, produzidos quando o animal alimenta-se com misturas de concentrado e forragens são de 60:30:10, corroborando com as proporções molares obtidas neste estudo. Este mesmo autor, relatou que dietas compostas basicamente de forragens ou concentrados, as proporções molares médias encontradas, serão de 73:20:7 e 50:40:10 para os ácidos graxos de cadeia curta acetato, propionato e butirato, respectivamente. Os valores encontrados são adequados para a manutenção da biodiversidade dos microrganismos do rúmen, sem comprometimento da digestibilidade da fibra, segundo BERGMAN (1990). Em relação as concentrações médias de AGCC total (110,48 mmol/L), esta corroborou com os resultados obtidos por QUEIROZ (2010), de 101,3 mmol/L, em novilhas leiteiras mestiças alimentadas com 70% de cana-de-açúcar forrageira e 30% de concentrado na dieta com 13% de proteína bruta.

As concentrações de AGCC total, ácido acético, propiônico e butírico apresentaram diferença significativa ($P<0,05$) para os tempos de coleta, evidenciando a mudança na dinâmica da atividade fermentativa do rúmen ao longo do dia. O padrão de fermentação ruminal pode ser modificado, levando a uma variação na proporção média de AGCC, dependendo dos componentes químicos degradados, do pH ruminal, do manejo alimentar, da frequência diária de alimentação concentrada, entre outros (LANA, 2005; NUSSIO et al., 2006).

A determinação do perfil dos metabólitos sanguíneos é um método de diagnóstico para avaliar o status nutricional (GONZÁLEZ, 2000b) e complementar os resultados nos estudos de metabolismo ruminal. As médias das concentrações dos metabólitos proteicos sanguíneos não diferiram entre as dietas com diferentes fontes proteicas ($P>0,05$) (Tabela 9), provavelmente pelo fato de possuírem a mesma porcentagem de proteína bruta. A albumina é a proteína mais abundante no plasma, perfazendo cerca de 50% do total de proteínas (GONZALEZ, 2000a) e o valor deste metabólico pode ser indicador do conteúdo de proteína na dieta. Neste sentido, observa-se que a concentração sérica de albumina apresentou-se no limite da normalidade (média de 2,2 g/dL), pois valores abaixo de 2,0 g/dL podem ser considerados hipoalbuminemia. Contudo, mudanças nas concentrações da albumina ocorrem lentamente e para a detecção de mudanças significativas na concentração de albumina sérica é necessário um período de pelo menos um mês, devido à baixa velocidade de síntese e de degradação (GONZÁLEZ et al., 2000a).

Os níveis de uréia sanguínea e de proteína total são afetados diretamente pelo nível nutricional (GONZÁLEZ et al., 2000b). De modo geral, estes metabólitos são considerados indicadores sensíveis, diretos e imediatos da ingestão de proteína. Neste sentido, os valores médios corroboram com os observados por MENDES et al. (2005) em novilhos alimentados com dietas compostas de silagem de milho e diferentes fontes energéticas, cuja as concentrações sanguíneas foram de 7,9 g/dL de proteínas totais e 26,0 mg/dL de ureia. A concentração média de creatinina (1,4 mg/dL) está na faixa de 1 a 2 mg/dL preconizada por REECE (2008) em bovinos. A creatinina plasmática, assim como a creatinina determinada na urina é derivada, praticamente em sua totalidade, do catabolismo da creatina presente no tecido muscular.

A concentração de ureia altera rapidamente por modificações na ração, sendo um indicador sensível da ingestão de proteínas, podendo explicar a diferença entre os valores dessa variável antes (18,8 mg/dL) e 4 horas após a alimentação (24,6 mg/dL). As concentrações sanguíneas médias de proteína total e albumina foram superiores às 0 horas, em jejum, provavelmente devido ao

turnover das proteínas plasmáticas, as quais extravasam dos capilares para o líquido intersticial e retornam ao sangue por via linfática quando o suprimento de aminoácidos oriundos dos processos digestivos não é adequado (REECE, 2008). O mesmo comportamento foi observado por MARUTA (2005) que verificou valores de proteína total, albumina e globulina sérica superiores ($P < 0,05$) em bovinos no período de jejum (73,0 g/L) em relação ao período pós-prandial (68,9 g/L). Outro fato provável pode ter sido o fornecimento da dieta *ad libitum*, com sobra de 10%, o que permitiu maior consumo dos animais e, assim, influenciou nas concentrações dos metabólicos sanguíneos proteicos antes da alimentação (0h).

Poucos resultados apresentaram diferenças com fornecimento de diferentes fontes proteicas, demonstrando que as mesmas apresentam-se como alternativa no manejo alimentar de novilhas leiteiras em crescimento. O fato das dietas terem sido formuladas atendendo as concentrações de PNDR preconizadas pelo programa RLM[®]/Esalq-USP (1999), forneceu nitrogênio em quantidade e velocidade adequadas, coincidindo com a disponibilidade da fibra, permitindo aos microrganismos celulolíticos realizar fermentação mais adequada desta fibra, proporcionando condições adequadas para o metabolismo, propiciando valores de digestibilidade aparente total e parcial, taxa de passagem, balanço de compostos nitrogenados, produção de proteína microbiana, parâmetros ruminais e metabólicos sanguíneos adequados.

5. Conclusões

As dietas com diferentes fontes de proteína (farelo de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo de girassol) não proporcionam diferenças na avaliação do metabolismo ruminal e protéico de novilhas mestiças Holandês x Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar e diferentes fontes de proteína.

6. Referências

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15ed. Arlington: Kenneth Helrich, 1990. 2v. 1990. 1298p.

AHVENJÄRVI, S.; VANHATALO, A.; SHINGFIELD, K.J.; HUHTANEN, P. Determination of digesta flow entering the omasal canal of dairy cows using different marker systems. **The British Journal of Nutrition**, v.90, n.1, p.41-52, 2003.

BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. Nitrogen Metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n.1, p.09-21, 2005.

BEZERRA, L.R.; GONZAGA NETO, S.; OLIVEIRA, J.S.; SANTOS, E.M.; SILVA, A.M.A. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purina. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.6, n.3, p.07-14, 2010.

BLACK, J. L. Nutrition of the grazing ruminant. **Society of Animal Production**, v.50, n.1, p.07-27. 1990.

BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiology Review**, v.10, n.2, p.567-589, 1990.

CAVALCANTE, M.A.D.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; RIBEIRO, K.G.; PACHECO, L.B.B.; ARAÚJO, D.; LEMOS, V.M.C. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.203-210, 2006.

CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. Aberdeen: Rowett Research Institute/ International Feed Research Unit, 1992. 21p. (Occasional Publication).

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F.H.M.; MARCONDES, M.I.; FONSECA, M.A. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1 p.138-146, 2006.

CZERKAWSKI, J.W. **An introduction to rumen studies**. Oxford: Pergamon International Library of Science, Technology, Engineering and Social Studies, 1986. 236p.

DEVANT, M.; FERRET, A.; GASA, J.; CALSAMIGLIA, S.; CASALS, R. Effects of protein concentration and degradability on performance, ruminal fermentation, and nitrogen metabolism in rapidly growing heifers fed high-concentrate diets from 100 to 230 kg body weight. **Journal of Animal Science**, v.78, n.6, p.1667-1676, 2000.

DE VEGA, A.; POPPI, D.P. Extent of digestion and rumen condition as factor affecting passage of liquid and digesta particles in sheep. **Jornal of Agricultural Science**, v.128, n.02, p.207-215, 1997.

DIAS, M.; DETMANN, E.; LEÃO, M.I.; SOUZA, S.M.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNÓ, L.N.; VALADARES, F.D. Indicadores para estimativa da digestibilidade parcial em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.689-697, 2007.

ERDMAN, R.A.; PROCTOR, G.H.; VANDERSALL, J.H. Effect of rumen ammonia concentration on in situ rate and extent of digestion of feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.9, p.2313-2320. 1986.

ERWIN, E.S.; MARCO G.J.; EMERY E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v.44, n.9, p.1768-1771. 1961.

FAICHNEY, G.J. The use of markers to partition digestion within the gastrointestinal tract. In: MacDONALD, I.W.; WARNER, A.A.I (Eds.), **Digestion and metabolism in the ruminant**. Armidale: University of New England Publishing Unit, p. 277-291, 1975.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farms animals**. Walingford: Cab International, 532p, 1995.

FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; RUSSELL, J.B.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3578-3596, 1992.

FUJIHARA, T.; ØRSKOVA, E.R.; REEDSA, P.J.; KYLEA, D.J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agriculture Science**, v.109, n.1, p.7-12, 1987.

GONZÁLEZ F.H.D.; CONCEIÇÃO T.R.; SIQUEIRA A.J.S.; LA ROSA V.L. Variações sanguíneas de uréia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. **A Hora Veterinária**, v.20, p. 59-62, 2000b

GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2000a. 106 p.

GOULARTE, S.R.; ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F.; DIAS, A.M.; MORAIS, M.G.; SANTOS, G.T.; OLIVEIRA, L.C.S. Comportamento ingestivo e digestibilidade de nutrientes em vacas submetidas a diferentes níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.414-422, 2011.

HALL, M.B.; HUNTINGTON, G.B. Nutrient synchrony: Sound in theory, elusive in practice. **Journal of Animal Science**, v.86, n.14, p.287-292, 2008.

HILTNER, P.; DEHORITY, B.A. Effect of soluble carbohydrate on digestion of cellulose by pure cultures of rumen bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**. v.46, n.3, p.642-648, 1983.

HOFFMAN, P.C.; ESSER, N.M.; BAUMAN, L.M.; DENZINE, S.L.; ENGSTROM, M.; CHESTER-JONES, H. Short Communication: Effect of Dietary Protein on Growth and Nitrogen Balance of Holstein Heifers. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.4, p.843-847, 2001.

HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.10, p.2755-2766, 1986.

ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F. Parâmetros ruminais e suas correlações com desempenho, consumo e digestibilidade em ruminantes. In: ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F (Eds). **Nutrição de ruminantes: Aspectos relacionados à digestibilidade e ao aproveitamento de nutrientes.** Campo Grande: UCDB, 2005. p.49-72.

JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, n.11, p.2774-2790. 1995.

KELI, A. **Utilización de los alcanos en el ganado ovino: comportamiento en el tracto digestivo y posibles alternativas.** Zaragoza2006. 222f. Tese (Doutorado em Veterinaria) – Facultad de Veterinaria/ Universidad de Zaragoza. Zaragoza: Facultad de Veterinaria, Zaragoza, 2006.

KOMAREK, A.R.; ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. Comparison of the methods for determining ADF using the filter bag technique versus conventional filtration. **Journal of Dairy Science**., 77 Suppl. 1 , p. 114, 1993.

KOMAREK A.R.; ROBERTSON J.B.; VAN SOEST P.J. Comparison of the filter bag technique to conventional filtration in the van Soest NDF analysis of 21 feeds. National Conference on Forage Quality, **Proceedings....**, University of Nebraska, Lincoln, NE, USA, 1994.

KONONOFF, P.J.; HEINRICH, A.J.; LEHMAN, H.A. The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.10, p.3343-3353, 2003.

KOZLOSKI, G.V.; ROCHA, J.B.T.; CIOCCA, M.L.S. Visceral metabolism and efficiency of energy use by ruminants. **Ciência Rural**, v.31, n.5, p.903-908, 2001.

LANA, R. P de. **Nutrição e alimentação animal** - mitos e realidade. 2ª ed. Viçosa-MG UFV: 2005. 344 p.

LEAL, T.L.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS, J.M.S.; DETMANN, E.; BARBOSA, A.M.; TEIXEIRA, R.M.A.; MARCONDES, M.I. Variações diárias nas excreções de creatinina e derivados de purinas em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.905-911, 2007.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, v.3, n.1, p. 277-303, 1990.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n. 4, p. 347-358, 1996.

LIMA, M.L.M. **Análise comparativa da efetividade da fibra de volumosos e subprodutos**. 2003. 118f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MARUTA, C.A. **Perfil metabólico e ruminal de garrotes submetidos às condições de alimentação normal, jejum e realimentação**. 2005. 93f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; FEITOSA, J.V. Desempenho, Parâmetros Plasmáticos e Características de Carcaça de Novilhos Alimentados com Farelo de Girassol e Diferentes Fontes Energéticas, em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.692-702, 2005.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1463-1481, 1997.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of dairy cattle**. Seventh Revised Edition. Washington, D.C. National Academy Press. 381p. 2001.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of beef cattle**. Seventh Edition. Washington, D.C. National Academy Press. 244p. 1996.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds). **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006, p.183-228.

ODLE, J.E.; SCHAEFER, D. M. Influence of rumen ammonia concentration on the rumen degradation rates of barley and maize. **British Journal of Nutrition**, v.57, n.1, p.127-138, 1987.

ØRSKOV, E.R. New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughages and feed intake. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v.13, p.128-136, 2000.

PEREIRA, K.P.; VÉRAS, A.S.C.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V.; MARQUES, K. A.; FOTIUS, A.C.A. Balanço de Nitrogênio e Perdas Endógenas em Bovinos e Bubalinos Alimentados com Níveis Crescentes de Concentrado. **Acta Scientiarum**, v.29, n.4, p.433-440, 2007.

PESSOA, R.A.S.; LEÃO, M.I.; FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; QUEIROZ, A.C. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e uréia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.941-947, 2009.

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; DETMANN, E.; CAMPOS, J.M.S.; FONSECA, M.A.; TEIXEIRA, R.M.A.; OLIVEIRA, A.S. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1543-1551, 2006.

QUEIROZ, M.F.S. **Teores crescentes de proteína bruta em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhas Holandês x Gir**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010, 81p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2010.

REECE, W.O. **Anatomia funcional e fisiologia dos animais domésticos**. 3ed. São Paulo: Roca, 468 p. 2008.

RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R.; DIAS, H.L.C.; COSTA, M.A.L.; OLIVEIRA, R.V. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purina na urina em novilhos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.29, n.4, p.1223-1234, 2000.

RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M.F.; RENNO, F.P.; SILVA, P.A. Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: estimativa da produção de proteína microbiana por meio dos derivados de purinas na urina utilizando duas metodologias de coleta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.546-555, 2008.

RLM 2.0: ração de lucro máximo. Versão 2.0. LANNA, D.P.D.; BARIONI, L.G.; TEDESCHI, L.O. et al. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999. (CD-ROM).

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.

SANTOS, S.A.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, A.S.; SOUZA, S.M.; SANTIAGO, A.M.F. Balanço de nitrogênio em fêmeas leiteiras em confinamento alimentadas com concentrado à base de farelo de soja ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1135-1140, 2010.

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes.** Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2006, p.255-286.

SAS Institute. **Statistical analysis system user's guide.** Version 8.04. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2003.

SATTER, S.D.; SLYTER, L.L. Effects of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.2, p.245-249, 1974.

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

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

SOUSA, D.P.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; SEDIYAMA, C.A.Z.; CRUZ, J.C.C. Parâmetros fermentativos, produção de proteína microbiana, concentrações de ureia no leite e no plasma e balanço de nitrogênio de vacas alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com caroço de algodão. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.10, p.2063-2071, 2009.

UDÉN, P.; COLLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as marker in digesta. Rate of passage studies. **Journal Science Food Agriculture**, v.31, n.7, p.625-632, 1980.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; SAMPAIO, I.B.M.; VALADARES FILHO, S.C. Metodologia de coletas de urina em vacas utilizando sondas de Folley. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.26, n.6, p.1279-1282, 1997.

VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, A.S. Compostos Nitrogenados na alimentação de novilhas leiteiras. In: PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; QUEIROZ, A.C.; MIZUBUTI, I.Y. **Novilhas Leiteiras**. 1ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 333-372p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

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

VERBIC, J.; CHENA X.B.; MACLEOD, N.A.; ØRSKOV, E.R. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agriculture Science**, v.114, n.3, p.243-246, 1990.

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1980, 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; LISMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agriculture Science**, v.59, n.3, p.381-385. 1962.

CAPITULO 4 - CONSUMO DE NUTRIENTES, DESEMPENHO PRODUTIVO E MEDIDAS CORPORAIS DE NOVILHAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES FONTES PROTEICAS NA DIETA

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fontes proteicas (farelo de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo de girassol) sobre o consumo, desempenho produtivo e medidas corporais de 24 novilhas mestiças Holandês x Zebu, com peso corporal médio inicial de 211,12 kg \pm 25,65 kg, e 16 meses de idade em média, confinadas e alimentadas com 60% de cana-de-açúcar e 40% de concentrado na dieta. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, constituído por 6 repetições e 4 tratamentos. As ingestões de extrato etéreo, em kg/dia e porcentagem de peso corporal (%PC) que foram de 0,09; 0,07; 0,06 e 0,05 kg/dia e 0,03; 0,02; 0,02 e 0,02 %PC, respectivamente, e a ingestão fibra em detergente neutro %PC, que foi de 0,84; 0,91; 0,90 e 1,01 %PC, apresentaram diferença em relação às fontes proteicas utilizadas. Já, as ingestões de proteína bruta, matéria orgânica, matéria mineral e matéria seca não apresentaram diferença estatística, tanto kg/dia, quanto em porcentagem de peso corporal. O ganho médio diário de peso e o peso corporal final (kg) foram 0,95; 0,87; 0,86 e 0,82 kg/dia e 289,00; 280,00; 279,77 e 277,33 kg, para as dietas que continham os farelos de soja, algodão, amendoim e de girassol, respectivamente, foram influenciadas pelos tratamentos ($P < 0,05$). Sendo que o ganho médio da dieta com o farelo de soja foi superior a dieta com farelo de girassol e para o peso corporal final a dieta com o farelo de soja foi superior aos demais. A eficiência alimentar, conversão alimentar e a taxa de eficiência proteica não foram afetados pelas fontes proteicas utilizadas, a apresentaram médias de 0,12 kg de ganho de peso/kg de MS ingerida; 8,66 kg de MS ingerida/kg de ganho de peso e 0,91 kg de ganho de peso/kg de PB ingerida, para todas as dietas experimentais. As medidas corporais não apresentaram diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$). A medida biométrica perímetro torácico apresentou maior grau de associação com o peso corporal (0,93). Equações de predição do peso corporal com base no perímetro torácico apresentam maior acurácia em relação

às equações baseadas em outras medidas lineares. O farelo de soja apresenta melhor desempenho produtivo de novilhas mestiças Holandesa x Zebu alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar e diferentes fontes de proteína. Contudo, as demais fontes proteicas podem ser possíveis substitutos do farelo de soja.

Palavras-Chave: cana-de-açúcar, concentrados proteicos, ganho diário, medidas corporais, novilhas mestiças.

1. Introdução

As novilhas, dentro do contexto da produção leiteira, é uma das categorias mais importantes do sistema de produção de leite, estando diretamente relacionado com a sustentabilidade da cadeia produtiva. Esta fase comumente é a mais negligenciada dentro das propriedades e por este motivo acarreta em perdas na rentabilidade. Essas perdas podem ser reparadas, quando a devida atenção é dada no aspecto nutricional. Entretanto, sabe-se que o custo com a alimentação representa a maior parcela dos gastos com a atividade pecuária, o que, na maioria das vezes, se torna argumento na adoção de medidas incorretas na criação das fêmeas de recria.

Buscando alternativas para uma alimentação economicamente mais viável aos produtores de novilhas leiteiras, a cana-de-açúcar torna-se uma alternativa muito interessante, pois este volumoso vem deixando de ser discriminado pelo baixo teor de proteína e vem ganhando o status de forrageira energética. Mas suas justificativas de utilização continuam as mesmas, sendo que as principais são a alta produtividade, com conseqüente baixo custo por unidade de matéria seca; por estar madura no período da seca; e por apresentar baixo risco agrônômico. Entretanto, a cana-de-açúcar, por si só não é suficiente para permitir ganho de peso aos animais, sendo necessária a adoção de alimentos concentrados, compondo uma dieta completa, com o objetivo de corrigir o baixo teor protéico apresentado por esta forrageira.

A correta nutrição proteica é fundamental para desempenhos satisfatórios em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhas leiteiras, uma vez que este volumoso apresenta baixos teores de proteína. Por outro lado, dietas com excesso de proteína aumentam o custo com alimentação, uma vez que a proteína é o ingrediente mais caro na formulação das dietas, também representando custo energético para o animal, visto que o excesso de nitrogênio tem que ser eliminado na forma de ureia. Logo, o balanceamento proteico de dietas para novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar, deve ser feito de maneira criteriosa (QUEIROZ, 2010).

O farelo de soja é o concentrado proteico tradicionalmente utilizado na pecuária leiteira por ser um alimento de qualidade nutricional já comprovada. Porém, este ingrediente é responsável por uma grande parcela no custo da ração concentrada. Neste contexto, vem crescendo o interesse dos produtores por informações acerca de alimentos alternativos, que possam substituir parcial ou totalmente os alimentos tradicionais, o que terá como consequência a redução no custo com alimentação. Fontes proteicas alternativas ao farelo de soja, como os farelos de algodão, amendoim e girassol, têm sido alvos dos pesquisadores nos últimos anos, e fatores como a disponibilidade regional e a facilidade de transporte e armazenamento também são preponderantes na adoção destas fontes proteicas na alimentação animal.

De acordo com HEINRICHS et al., (2007), apenas a mensuração do peso corporal não é satisfatória para avaliar desenvolvimento corporal. A análise do crescimento corporal apresenta grande importância em diversas áreas da produção animal, devido ao seu significado biológico, seus efeitos ao longo da vida produtiva e à possível existência de relações genéticas e fenotípicas das diversas características de crescimento com medidas de eficiência produtiva (CAROLINO & GAMA, 1993). Segundo GUILBERT & GREGORY (1952), as medidas corporais, junto com o peso vivo do animal, descrevem melhor um indivíduo ou população do que os métodos convencionais de ponderações e classificações por escores.

O objetivo deste estudo foi avaliar o consumo de nutrientes, desempenho produtivo e medidas corporais de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar e diferentes fontes de proteína (farelo de soja, farelo de amendoim, farelo de algodão e farelo de girassol), recriadas em confinamento.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido no confinamento do Setor de Avaliação de Alimentos e Digestibilidade, pertencente ao Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP, Campus Jaboticabal, que consta de 30 baias individuais, de 10m²,

parcialmente cobertas e piso concretado, com bebedouros comuns para cada duas baias e cochos individualizados, de forma a permitir o arraçoamento individual dos animais.

Foram utilizadas 24 novilhas leiteiras, mestiças Holandês x Zebu, com peso corporal (PC) médio inicial de 211,12 kg \pm 25,65 kg, e 16 meses de idade em média. Os bovinos foram agrupados por peso (blocos) e posteriormente, distribuídos nos tratamentos através de sorteio, nos blocos, de acordo com a alimentação fornecida. O experimento foi constituído de 28 dias de adaptação às instalações, manejo e dietas experimentais, sendo que as dietas fornecidas durante o período de adaptação foram iguais as dietas experimentais, e 84 dias (três períodos de 28 dias) de coleta dos dados. Os animais receberam complexo vitamínico ADE e foram tratados contra endo e ectoparasitas, o qual tinha como princípio ativo a ivermectina, 15 dias antes do início do experimento.

A formulação das dietas foi realizada de acordo com as recomendações estimadas pelo sistema Cornell Net Carbohydrate and Protein System (FOX et al., 1992) com auxílio do programa de formulação de ração RLM[®]/Esalq-USP (1999). As dietas foram formuladas a fim de atender os requisitos mínimos de proteína degradável (PDR) e não degradável no rúmen (PNDR) imposto pelo programa. A estimativa do ganho de peso foi efetuada através do mesmo programa de formulação de ração, considerando o consumo médio das dietas de 2,36% peso corporal (PC), valor médio de 0,80 kg/dia.

A cana-de-açúcar utilizada como volumoso exclusivo foi a variedade SP80-2015, colhida de forma manual a cada dois dias, e picada diariamente para o fornecimento aos animais. A picagem foi realizada com auxílio de picadeira estacionária regulada para que o tamanho da partícula não excedesse a 2,0 cm. Os concentrados foram compostos de milho grão moídos, suplemento mineral, ureia e diferentes fontes proteicas (farelos de soja, algodão, amendoim e girassol). As composições químicas das fontes proteicas e dos concentrados estão na Tabela 1. O fracionamento da proteína das fontes proteicas e do volumoso utilizado estão na Tabela 2.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e dos concentrados experimentais

Ingredientes	Composição químico-bromatológica		
	MS	PB (% MS)	FDN (% MS)
Cana-de-açúcar	27,88	3,39	56,57
Farelo de Soja	89,43	49,56	15,54
Farelo de Algodão	89,11	44,39	36,13
Farelo de Amendoim	90,34	51,11	13,97
Farelo de Girassol	89,77	35,56	38,56
Concentrado Farelo de Soja (FG)	91,99	28,64	12,13
Concentrado Farelo de Algodão (FAL)	92,01	28,20	19,61
Concentrado Farelo de Amendoim (FAM)	92,25	28,22	11,55
Concentrado Farelo de Girassol (FG)	92,30	27,73	22,75

Tabela 2. Fracionamento de proteína do volumoso e das fontes proteicas utilizadas

Frações	Cana	Farelo de Soja	% de PB		
			Farelo de Algodão	Farelo de Amendoim	Farelo de Girassol
A	1,50	13,25	10,66	11,79	9,58
B ₁	8,89	5,09	4,75	5,02	4,74
B ₂	71,01	70,28	67,04	67,97	59,39
B ₃	15,10	5,69	8,89	7,43	12,97
C	3,50	5,69	8,67	7,79	13,31

As dietas experimentais foram isoproteicas e fornecidas na proporção volumoso:concentrado de 60:40, base na matéria seca. Os tratamentos experimentais foram: FS - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de soja; FAL - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de algodão; FAM - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de amendoim; FG - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de girassol. A porcentagem dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 3.

Na alimentação matinal (07:00h) os animais receberam todo o volumoso e aproximadamente 50% do concentrado total, enquanto que, na alimentação da tarde (15:30h), o restante do concentrado foi fornecido e misturado ao alimento presente no cocho. O consumo foi monitorado a fim de permitir sobras de 10% do

total fornecido e para isso, diariamente foram feitas pesagens das quantidades de alimentos fornecidos e a cada três dias as sobras de cada animal foram pesadas para determinação do consumo de nutrientes.

Tabela 3. Porcentagem dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais

Ingredientes	Dietas ¹ (% da MS)			
	FS	FAL	FAM	FG
Cana-de-açúcar	60,00	60,00	60,00	60,00
Farelo de Soja	15,00	-	-	-
Farelo de Algodão	-	15,00	-	-
Farelo de Amendoim	-	-	14,80	-
Farelo de Girassol	-	-	-	18,00
Milho moído	23,35	23,50	23,30	20,00
Suplemento mineral ²	1,00	1,00	1,00	1,00
Ureia	0,65	0,50	0,90	1,00
	Perfil nutricional			
MS (%)	53,52	53,66	53,54	53,77
	MS(%)			
Matéria orgânica	96,58	96,55	96,75	96,84
Matéria mineral	3,42	3,45	3,25	3,16
Proteína bruta	13,49	13,31	13,32	13,12
Extrato etéreo	1,11	0,99	0,90	0,80
FDN	38,80	35,10	35,90	36,22
FDA	18,87	18,92	19,49	19,98
Lignina	2,01	2,78	2,23	2,17
CHOT	81,95	82,14	82,17	82,58
CNF	43,15	43,58	40,28	39,53
NDT	68,45	63,43	64,28	61,75
	PB(%)			
PDR	59,98	56,22	58,16	56,87
PNDR	40,02	42,78	40,84	42,13
Proteína metabolizável (g/dia)	600,05	566,32	548,49	510,33
Frações ³	Fracionamento de Proteína (%PB)			
A	6,41	5,89	6,41	6,08
B ₁	8,07	8,03	8,04	7,87
B ₂	67,01	66,61	66,50	65,17
B ₃	13,44	13,94	13,68	14,42
C	4,07	4,53	4,37	5,46

¹FS – dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de soja; FAL - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de algodão; FAM - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de amendoim; FG - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de girassol; ² Composição do produto (Cálcio: 146 g; Fósforo: 40 g; Magnésio: 20 g; Enxofre: 40 g; Sódio: 56 g; Cobre: 350 g; Manganês: 900 mg; Zinco: 1300 mg; Iodo: 24 mg; Cobalto: 10 mg; Selênio: 10 mg; Flúor (máx.): 400 mg; Monensina: 670mg). ³ Fração A – fração solúvel, composta de nitrogênio não protéico; Fração B₁ – fração de degradação rápida, composta de proteína verdadeira solúvel; Fração B₂ – fração de degradação variável, composta de proteína insolúvel; Fração B₃ – de degradação lenta composta de proteína insolúvel em detergente neutro, mas solúvel em detergente ácido; Fração C – indigestível e composta de Proteína insolúvel em detergente ácido (VAN SOEST, 1994).

Ao final de cada período experimental, formou-se uma amostra composta por animal do alimento fornecido e das sobras, as quais foram armazenadas a -15 °C. As amostras dos alimentos e sobras, depois de descongeladas, foram secas em estufa com ventilação de ar forçada a 55 °C e moídas em moinho de facas com peneira de crivos a 1 mm (AOAC, 1990). As amostras foram submetidas às análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e nitrogênio (N) de acordo com a AOAC (1990), descrito por SILVA & QUEIROZ (2002) e, para conversão em proteína bruta, foi utilizado o fator de correção de 6,25.

A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas com as amostras sendo submetidas à digestão utilizando as soluções de detergente neutro e ácido, respectivamente, descritas por VAN SOEST et al. (1991), utilizando sacos de TNT (tecido não-tecido), com gramatura 100 g/m², confeccionados com as dimensões 5 × 5 cm em aparelho digestor de fibra modelo ANKON 200 (Ankom Technology Corp., Fairport, NY, USA), conforme metodologia descrita por (KOMAREK et al., 1993 e 1994). Na determinação da lignina foi utilizado o método sequencial segundo técnicas descritas por VAN SOEST (1991).

O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado pela diferença entre MS e MM, enquanto as concentrações de carboidratos totais (CHOT) foram calculados pela fórmula $CT = 100 - (PB + EE + cinzas)$ e os não-fibrosos (CNF) foram obtidos pela fórmula $CNF = CT - FDN_{cp}$, em que FDN_{cp} é fibra em detergente neutro isenta de cinzas e proteínas (SNIFFEN et al., 1992). Os nutrientes digestíveis totais foram calculados conforme NRC (2001), $NDT = PBD + EED \times 2,25 + FDND + CNFD$, em que PBD, EED e CNFD representam os nutrientes digestíveis.

O fracionamento de proteína, foi realizado de acordo com LICITRA et al. (1996), no qual a fração A (NNP) foi obtida pelo tratamento da amostra (0,5g) com 50mL de água destilada por 30 minutos e pela adição subsequente de 10mL de ácido tricloroacético (TCA) a 10% por mais 30 minutos. Após, filtrou-se em papel de filtro (Whatman 54) e foi determinado o nitrogênio residual. Pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio residual insolúvel em TCA, foi obtida a fração A. O nitrogênio insolúvel total foi determinado a partir do tratamento de 0,5g da amostra

com tampão borato-fosfato (TBF). O nitrogênio solúvel total foi obtido pela diferença entre o nitrogênio total menos o nitrogênio insolúvel no TBF. A fração B₁ (pertinente às proteínas solúveis) foi determinada pela diferença entre a fração do nitrogênio solúvel total menos fração A. A fração B₃ foi calculada pela diferença entre o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA). A fração C foi considerada como o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), e a fração B₂, determinada pela diferença entre 100 e as frações A, B₁, B₃ e C como porcentagem da proteína.

Após as determinações das frações proteicas e utilizando a taxa de passagem (K_p) obtida neste experimento, associada a taxas de degradação (K_d) tabelada de cada alimento (VALADARES FILHO & OLIVEIRA, 2010), foi possível o cálculo dos teores de proteína degradável (PDR) e não degradável no rúmen (PNDR), através das fórmulas descritas a abaixo. A ureia contém taxa de degradação nula. O suplemento mineral, por não conter fontes de proteína não participou nos cálculos.

$$\text{PDR (\%PB)} = A + B * \left(\frac{K_d}{K_d + K_p} \right)$$

$$\text{PNDR (\%PB)} = B * \left(\frac{K_p}{K_d + K_p} \right) + C$$

em que *A* representa a fração de nitrogênio não protéico; *B* é o somatório da frações B₁, B₂ e B₃, as quais representam a proteína verdadeira potencialmente degradável; *C* é a proteína indisponível.

Com relação às frações proteicas da dieta, a proteína metabolizável foi calculada conforme as recomendações do NRC (2001).

$$\text{PM (g/dia)} = P_{mic} + P_{end} + P_{mor}$$

em que: *P_{mic}* é a metabólica proteína microbiana; *P_{endo}* é a proteína metabólica endógena; *P_{mor}* é a proteína metabólica de origem alimentar. As

frações também foram calculadas conforme recomendações do NRC (2001) seguindo as fórmulas descritas abaixo:

$$P_{mic} \text{ (g/dia)} = 0,64 \times (\text{Eficiência Microbiana} \times \text{NDT} (\%))$$

$$P_{mendo} \text{ (g/dia)} = 0,4 \times [(1,9 \times \text{Ingestão de Matéria Seca}) \times 6,25]$$

$$P_{moa} \text{ (g/dia)} = \text{PNDR} \times \text{Digestibilidade total}$$

em que: eficiência microbiana; coeficientes de digestibilidade total; ingestões de matéria seca e a concentração da proteína não degradável no rúmen (PNDR) utilizadas foram as obtidas para cada tratamento no capítulo 3.

No final da adaptação e a cada 28 dias, após jejum de sólidos de 15 horas, os animais foram submetidos à pesagem individual para determinação do ganho médio diário de peso e mensuração das medidas corporais, definidas segundo SAMPAIO (1990):

- Altura da garupa (AG): obtida pela altura do osso sacro (anca ou ílio) ao solo;

- Altura da cernelha (AC): tomada do ponto mais alto da cernelha ao solo. Nos zebuínos, no ponto logo atrás da giba;

- Perímetro torácico (PT): contorno do tórax, passando pelo cilhadouro e perpendicular à linha do dorso.

As medidas foram obtidas com auxílio de uma fita métrica padrão, segundo recomendações de CYRILLO et al. (2001). Nas medidas de altura foi utilizada uma bengala zoométrica. A determinação das medidas corporais foi realizada com o propósito de determinar as correlações de Pearson entre as medidas (PT, AC e AG) com o peso corporal (PC).

Foram feitas avaliações através de equações de predição do peso corporal propostas HEINRICHS et al. (1992), com base nas variáveis perímetro torácico e altura da cernelha, denominadas respectivamente H1 ($PC = 102,71 - 2,876PT + 0,02655PT^2$), H2 ($PC = 632,13 - 16,837AC + 0,11989AC^2$), e outras duas

propostas por REIS et al. (2004), baseada nas variáveis perímetro torácico e altura de garupa, denominadas R1 ($PC = 1717 - 35,167PT + 0,23897PT^2 - 0,0004626PT^3$) e R2 ($PC = 7581 - 4,151PT - 180,201AG + 0,024932PT^2 + 1,456103AG^2 - 0,00383079AG^3$), para estimar o peso corporal das novilhas com base nas medidas corporais.

Os valores referentes ao desempenho produtivo, medidas corporais e ingestão de nutrientes foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento PROC GLM do programa computacional SAS (2003), adotando-se o nível de significância de 5%. Utilizou-se o peso e as medidas iniciais como covariáveis para análise das variáveis de desempenho produtivo e medidas corporais, respectivamente. Os coeficientes de correlação de Pearson entre as medidas corporais foram calculados utilizando o procedimento CORR, com 1% de probabilidade. As respostas dos pesos estimados pelas equações H1, H2, R1 e R2 foram comparadas com o peso observado pelo teste de Dunnett com nível de significância de 5%, não levando em consideração os tratamentos, visto que esses não apresentaram diferenças para as medidas corporais.

3. Resultados e Discussão

As ingestões de matéria seca (IMS), proteína bruta (IPB), matéria mineral (IMM), matéria orgânica (IMO) e fibra em detergente neutro (IFDN), em kg/dia, não diferiram ($P > 0,05$) para os animais que receberam as dietas com diferentes fontes de proteína avaliadas (Tabela 4). No entanto, as médias de ingestão de extrato etéreo (IEE, kg/dia) apresentaram diferença estatística. Conforme observado, a IEE foi superior nos animais alimentados com a dieta que continha o farelo de soja (0,09 kg/dia) em relação aos demais tratamentos, e a dieta com o farelo de algodão (0,07 kg/dia) foi superior à dieta com o farelo de girassol (0,05 kg/dia). A variação na IEE foi coerente com a concentração do mesmo nas dietas, as quais apresentaram teores de 1,11; 0,99; 0,90 e 0,80 %MS nas dietas contendo farelo de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo de girassol, respectivamente.

Tabela 4. Ingestões de matéria seca (IMS), proteína bruta (IPB), extrato etéreo (IEE), matéria mineral (IMM), matéria orgânica (IMO) e fibra em detergente neutro (IFDN), em kg/dia e porcentagem do peso corporal (% do PC) de novilhas mestiças Holandês x Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar associadas a diferentes fontes de proteína

Variáveis	Dietas ¹				P	CV (%)
	FS	FAL	FAM	FG		
	Ingestão (kg/dia)					
IMS	8,12	7,41	7,35	7,61	0,384	10,76
IPB	1,08	0,95	0,94	0,96	0,148	11,10
IEE	0,09 a	0,07 b	0,06 bc	0,05 c	<0,001	11,59
IMM	0,27	0,24	0,23	0,23	0,074	11,17
IMO	7,41	6,75	6,70	6,89	0,410	11,41
IFDN	2,73	2,67	2,48	2,63	0,637	11,62
	(%PC)					
IMS	2,62	2,65	2,64	2,73	0,685	6,57
IPB	0,35	0,34	0,34	0,34	0,854	6,70
IEE	0,03 a	0,02 b	0,02 b	0,02 b	<0,001	11,06
IMM	0,08	0,08	0,08	0,08	0,666	6,39
IMO	2,39	2,41	2,40	2,46	0,887	7,10
IFDN	0,84 b	0,91 ab	0,90 ab	1,01 a	0,038	12,49

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$); 1FS – dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de soja; FAL - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de algodão; FAM - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de amendoim; FG - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de girassol; P=probabilidades; CV=coeficiente de variação.

Da mesma forma, a IEE e IFDN, descritas em porcentagem do peso corporal (%PC), também apresentaram diferenças ($P < 0,05$). Como a inclusão da cana-de-açúcar foi igual em todas as dietas (60% na MS), as diferenças observadas na IFDN e IEE (%PC) foram ocasionadas pela diferença nas concentrações de fibra em detergente neutro (FDN) e extrato etéreo (EE) nos concentrados estudados (Tabela 3). O consumo de MS é considerado como um dos principais fatores correlacionados a produção de ruminantes, pois na MS estão localizados os nutrientes necessários para suprir as exigências do organismo animal (DIAS et al. 2008).

O ganho médio diário (GMD) apresentou diferença significativa entre as diferentes fontes proteicas estudadas ($P < 0,05$). As médias obtidas foram de 0,95; 0,87; 0,84 e 0,82 kg/dia para os animais que receberam as dietas contendo farelo de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo de girassol,

respectivamente. O GMD dos animais que receberam dieta com farelo de soja não diferiu dos animais que foram alimentados com farelos de algodão e amendoim, mas foi superior aos animais da dieta com farelo de girassol ($P < 0,05$).

Os valores de GMD obtidos nas dietas ficaram acima do ganho médio estimado pelo NRC (2001) que foi de 0,80 kg/dia com um consumo médio de 2,36% do PC, fornecido pelo programa de formulação de ração RLM[®]/Esalq-USP (1999). Este fato pode ser explicado pela condição de peso corporal médio inicial dos animais experimentais, que foram de 211,12 kg \pm 25,65 kg com e 16 meses de idade em média, na entrada do período de adaptação. Esta idade está dentro do intervalo (15 a 18 meses) onde estes animais já deveriam apresentar peso para cobertura, o qual para novilhas Girolanda é de 270 a 290 kg.

Tabela 5. Peso inicial (PI) e final (PF), ganho médio diário (GMD), eficiência alimentar (EA), conversão alimentar (CA) e taxa de eficiência protéica (TEP) de novilhas mestiças Holandês/Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar e diferentes fontes de proteína, recriadas em confinamento

Parâmetros	Dietas ¹				P	CV (%)
	FS	FAL	FAM	FG		
PI, kg	229,83	227,17	224,50	224,50	0,326	17,76
PF, kg	289,00 a	280,00 b	279,77 b	277,33 b	0,018	8,35
GMD, kg/dia	0,95 a	0,87 ab	0,86 ab	0,82 b	0,039	15,46
EA ²	0,13	0,12	0,11	0,11	0,068	10,41
CA ³	7,63	8,57	9,06	9,39	0,062	12,46
TEP ⁴	0,98	0,93	0,86	0,87	0,104	9,92

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$); ¹FS – dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de soja; FAL - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de algodão; FAM - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de amendoim; FG - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de girassol. ²kg de ganho de peso/kg de MS ingerida ³kg de MS ingerida/kg de ganho de peso ⁴ kg de ganho de peso/kg de PB ingerida. P=probabilidades; CV=coeficiente de variação.

Devido a este fato, podemos afirmar que os animais experimentais estavam em condições de subnutrição e este estado nutricional mostra crescimentos acentuados ou altos ganhos em peso quando estes têm acesso à alimentação adequada, caracterizando o que é denominado de ganho compensatório. Durante esta fase, os animais aumentam a eficiência de utilização da energia, reduzem as

exigências de manutenção e alterações na composição corporal, comparados com animais alimentados sem restrição (SAINZ, 1998). A extensão do período de ganho compensatório vai depender do grau e da duração do período de restrição e da dieta no período de realimentação. Neste sentido, o período de adaptação não foi suficiente para suprir o estado de subnutrição, o qual os animais se encontravam. Tipicamente, espera-se um período de 60 a 90 dias de crescimento compensatório (NRC, 2000).

ZANTON & HEINRICHS (2005), analisando dados da literatura relativos a associação entre o ganho de peso na fase pré púbere e produção, verificaram que o ganho de 0,8 kg/dia foi o que obtiveram os melhores resultados na produção de leite referente a primeira lactação. Os autores alegaram que ganhos acima deste patamar concentram maior quantidade de tecido adiposo na glândula mamária, reduzindo a produção de leite na primeira lactação e, também nas lactações subsequentes. Todavia, deve ser considerado que em outros trabalhos, não foi observado o efeito negativo do nível de alimentação no período pré-púbere e na produção de leite (MANTYSSARI et al, 1995; VAN AMBURGH et al, 1998). STELWAGEN & GRIEVE (1992) não encontraram diferenças na produção de leite, nos diferentes ganhos de 0,61; 0,73 e 0,90 kg/dia, na primeira lactação de novilhas Holandesas na fase de recria.

Ao avaliarem o efeito de dietas padrão (16,3% de PB) e com alto teor de proteína bruta (19,4% de PB), RADCLIFF et al. (1997), verificaram ganhos diários de peso corporal para novilhas da raça Holandês de 0,8 e 1,2 kg/d, respectivamente, e não observaram efeito do elevado ganho nem do excesso de proteína no desenvolvimento mamário das novilhas. Esses autores relataram ainda que o aumento no teor proteico possa compensar os efeitos negativos da alta energia da dieta sobre o desenvolvimento mamário.

Também deve ser destacado em relação a superioridade ($P < 0,05$) no GMD da dieta que continham o farelo de soja em relação ao farelo de girassol são o fracionamento protéico das fontes (Tabela 2) e a maior produção de proteína metabolizável produzida (Tabela 3). Em relação ao fracionamento das fontes proteicas pode-se observar que o farelo de girassol apresenta a maior

concentração da fração B₃ (13,31) quando comparado aos valores obtidos para o farelo de soja, farelo de algodão e farelo de amendoim, que apresentaram valores de 5,69; 8,67 e 7,79%, respectivamente. A fração B₃ representa a porção proteica insolúvel e de digestibilidade lenta no rúmen, e a maior concentração desta fração no farelo de girassol foi coerente com o menor desempenho apresentado pelos animais que foram alimentados com a dieta que continha este farelo. Em relação a maior concentração de proteína metabolizável (g/dia) que chegou ao intestino na dieta contendo o farelo de soja (600,05 g/dia) em comparação ao farelo de girassol (510,33 g/dia), pode-se inferir a diferença no ganho de peso dos animais foi afetado pelo suprimento de proteína metabolizável e pelo perfil de aminoácidos essenciais desta proteína. Contudo, VOLTOLINI et al., (2008) avaliando o efeito de diferentes teores de proteína metabolizável na ração de vacas em lactação, divididas em dois grupos de produção de leite (10 ou 18 kg/d), não encontrou diferenças na produção para os diferentes teores. Com base nos dados apresentados pode-se sugerir que o NRC (2001) superestima as exigências de proteína metabolizável em condições tropicais ou que subestima a síntese de proteína microbiana em rações utilizando a cana-de-açúcar corrigida como volumoso.

As fontes proteicas não exerceram influência ($P>0,05$) na eficiência alimentar (EA), conversão alimentar (CA) e taxa de eficiência proteica (TEP) dos animais (Tabela 4). O valor médio de CA foi de 8,66 kg de MS/kg de peso corporal para todos os tratamentos foi superior aos valores encontrados por QUEIROZ (2010) de 6,20 kg de MS/kg de ganho de peso em novilhas da mestiças Holandês x Gir alimentados cana-de-açúcar como volumoso e farelo de soja como fonte proteica com relação volumoso:concentrado de 70:30 e 12,5% de proteína bruta dieta. OLIVEIRA (2010) relatou valores de conversão alimentar de 8,0 kg de MS/kg de ganho em peso corporal, com dietas contendo 50% de concentrado com bicarbonato de sódio, e associação de silagem de milho e cana-de-açúcar como volumoso, para novilhas mestiças Santa Gertrudes x Brawie, com peso corporal médio de 250 kg.

A média da TEP de 0,91 kg de ganho de peso/kg de PB ingerida obtida por todas as fontes proteicas foi superior ao encontrado por de MIRANDA et al., (1999) que trabalharam com dietas contendo cana-de-açúcar e concentrados, os quais utilizaram o farelo de algodão ou ureia como fonte proteica, numa relação volumoso:concentrado 80:20, e observaram uma TEP média de 0,80 kg de ganho de peso/kg de PB ingerida. A diferença nos valores médios de TEP observados pelo autor supracitado (0,80) e no deste estudo (0,91), também está relacionado à proporção volumoso:concentrado (60:40) utilizada neste experimento.

Observando-se os valores de *P* para as variáveis de EA e CA pode-se notar valores muito próximos de 0,05 o que nos demonstra uma tendência de que os resultados obtidos com os animais alimentados com dietas que continham o farelo de soja fossem superiores aos valores obtidos para os animais alimentados com dietas com as diferentes fontes proteicas.

Os resultados de CA, EA e TEP, associado aos resultados de GMD, demonstram que as fontes proteicas estudadas podem ser utilizadas na formulação de concentrados associados a dietas que utilizem cana-de-açúcar como volumoso, pois possibilitam dados de desempenho produtivo adequados para novilhas leiteiras em crescimento. Todavia, os resultados de ganho de peso e peso final, apontaram que o farelo de soja apresentou o melhor resultado, quando comparado às demais fontes proteicas. Contudo, as demais fontes podem ser consideradas possíveis substitutos do farelo de soja.

O fato das dietas terem sido formuladas atendendo as concentrações de PNDR preconizadas pelo programa RLM[®]/Esalq-USP (1999), forneceu nitrogênio em quantidade e velocidade de degradação adequadas, coincidindo com a disponibilidade da fibra, permitindo aos microrganismos celulolíticos realizar fermentação mais adequada desta fibra. No entanto a quantidade de proteína metabolizável que chegou ao intestino foi primordial para a obtenção dos resultados, visto que as dietas que apresentaram os melhores resultados no desempenho produtivo foram as que apresentaram maior quantidade de proteína metabolizável (g/dia) chegando ao intestino.

As médias de altura da cernelha (AC), altura da garupa (AG) e perímetro torácico (PT) foram de 117,16 cm, 125,00 cm e 157,98 cm, respectivamente (Tabela 6). Valores semelhantes foram encontrados por QUEIROZ et al. (2008), de 120, 124 e 158 cm para a AC, AG e PT, respectivamente, em novilhas da mestiças Holandês x Gir ao fornecer dieta com 12,5% de proteína bruta, utilizando cana-de-açúcar como volumoso e farelo de soja como fonte proteica em tratamentos com relação volumoso:concentrado de 70:30. O peso corporal deve ser avaliado em conjunto com medidas lineares (AC e AG) e de crescimento muscular (PT) para que se obtenham resultados confiáveis para o tamanho animal, do manejo alimentar adotado e da maturidade fisiológica (ROSA, 2010). Além disso, sistemas de produção que envolva a fase de cria e recria necessitam considerar tamanho adulto das fêmeas quando o objetivo final é a maximização do retorno econômico da atividade.

Tabela 6. Altura da cernelha (AC), altura da garupa (AG) e perímetro torácico (PT) de novilhas mestiças Holandês/Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar e diferentes fontes de proteína, recriadas em confinamento

Medidas Corporais	Dietas ¹				P	CV (%)
	FS	FAL	FAM	FG		
AC, cm	118,80	116,25	117,17	116,42	0,489	2,73
AG, cm	127,67	126,08	124,00	122,25	0,150	3,24
PT, cm	160,75	158,25	156,83	156,08	0,290	2,72

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$); ¹FS – dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de soja; FAL - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de algodão; FAM - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de amendoim; FG - dieta contendo 60% de cana-de-açúcar e 40% concentrado a base de farelo de girassol.

A estatística descritiva e as correlações de Pearson entre as medidas corporais e o peso corporal nos animais avaliados estão representadas na Tabela 6. Foram consideradas associações fracas até o valor de 0,40; associações médias de 0,41 a 0,70; e associações fortes acima desse valor. As médias dos pesos observados e pesos estimados por equações de regressão e de diferentes autores estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Estatísticas descritivas e correlações de Pearson de peso corporal (PC) e medidas corporais, de novilhas mestiças Holandês x Zebu, alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar e diferentes fontes de proteína, recriadas em confinamento

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Correlações			
			PC (kg)	PT (cm)	AC (cm)	AG (cm)
PC, kg	247,32	40,85	1,00	0,93*	0,77*	0,73*
PT, cm	149,69	8,95		1,00	0,67*	0,68*
AC, cm	115,11	4,73			1,00	0,88*
AG, cm	122,40	5,72				1,00

* Significativo ($P < 0,01$); perímetro torácico (PT); altura da garupa (AG); altura da cernelha (AC).

O perímetro torácico (PT) foi à medida corporal que apresentou maior grau de associação (0,93) com o peso corporal ($P < 0,01$). Esses resultados corroboram com recentes estudos que vem demonstrando que, quanto maior o PT do animal, mais pesado ele é, e esta medida pode ser utilizada como indicadora de peso corporal (MENEZES et al., 2008, REIS et al., 2008, ROSA, 2010).

As medidas de AC e AG também apresentaram correlações altas de 0,77 e 0,73, respectivamente, com o peso corporal ($P < 0,01$). Desta forma, pode-se inferir que estas medidas de altura têm associação direta com o crescimento dos animais e, por consequência, com o peso corporal (ROSA, 2010).

As AG e AC também apresentaram correlação alta (0,88) ($P < 0,01$), e isto demonstrou que não há necessidade de realizar estas duas medidas para avaliar o tamanho corporal de novilhas.

O valor do peso observado foi de 246,82 kg e os valores dos pesos estimados pelas equações PER1; PER2; PEH1 e PEH2 foram de; 258,35; 255,44; 269,23 e 285,25 Kg, respectivamente. Foram observadas diferenças estatísticas dos pesos estimados com o peso observado apenas para as equações PEH1 e PEH2 ($P < 0,05$), tal fato pode ser atribuído pela utilização de novilhas Holandesas e não mestiças na elaboração das equações propostas por HEINRICHS et al. (1992). As equações PER1 e PER2, propostas por REIS et al. (2004), não apresentaram diferença estatística com o peso observado, e este fato pode ser

facilmente explicado quando verifica-se que os autores elaboraram as equações baseadas em uma amostra representativa de 469 novilhas mestiças, principalmente Holandês/Gir. Todavia, segundo ROCHA et. al. (2003) em animais mestiços ou cruzados não existe uma padronização de peso e tamanho, diferente do que ocorre em raças puras, que possuem padrão de tamanho e altura da raça.

Tabela 8. Peso observado (PO) e estimados pelas equações de Heinrichs et al. (1992) e por Reis et al. (2004)

Variável	PO	Pesos Estimados ¹				P	CV (%)
		PER1	PER2	PEH1	PEH2		
Peso Corporal (kg)	246,82	258,35	255,44	269,23*	285,25*	<0,001	14,49

*Diferem da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade; P=probabilidades; CV=Coefficiente de Variação; PMSF = Produção de Matéria seca fecal, em kg/dia e % PC; ¹ PER1; PER2; PEH1 e PEH2 foram obtidos pelas equações R1 (PC = 1717 - 35,167PT + 0,23897PT² - 0,0004626PT³) e R2 (PC = 7581 - 4,151PT - 180,201AG + 0,024932PT² + 1,456103AG² - 0,00383079AG³); H1 (PC = 102,71 - 2,876PT + 0,02655PT²); H2 (PC = 632,13 - 16,837AC + 0,11989AC²), respectivamente.

Nota-se também que na equação PER2, há duas variáveis na estimativa do PC (PT e AG). Assim, foram verificados valores mais próximos do peso observado, pois quando utiliza-se medidas de altura na estimativa de peso corporal, leva-se em consideração o tamanho do animal. Estes resultados corroboram com BAKER et al. (1988), que apontaram a medida da altura da garupa como a maneira mais conveniente de descrever o tamanho esquelético de bovinos, pois essa medida é mais precisa do que a altura da cernelha em função do posicionamento do animal, que deve estar em posição adequada.

Os resultados mostraram que as correlações das medidas e desenvolvimento corporal de novilhas com diferentes graus de sangue são diferentes, e que as equações propostas na predição do peso corporal devem ser diferenciadas.

4. Conclusões

Os farelos de soja, algodão, amendoim são superiores ao farelo de girassol no desempenho produtivo de novilhas mestiças Holandesa x Zebu alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar e diferentes fontes de proteína

O perímetro torácico é a medida com maior grau de associação com o peso vivo dos animais.

Equações de predição do peso corporal com base no perímetro torácico apresentam maior acurácia em relação a equações baseadas em outras medidas lineares.

5. Referências

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15ed. Arlington: Kenneth Helrich, 1990. 2v. 1990. 1298p.

BAKER, J.F.; STEWART, T.S.; LONG, C.R.; CARTWRIGHT, T.C. Multiple regression and principal components analysis of puberty and growth in cattle. **Journal of Animal Science**, v.66, n.9, p.2147-58, 1988.

CAROLINO, R.N.P.; GAMA, L.T. Análise do crescimento corporal nas espécies pecuárias. **Veterinária Técnica**, v.3, n.2, p.14-21, 1993.

CYRILLO, J.N.S.G.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BONILHA NETO, L.M.; MERCADANTE, M.E.Z.; TONHATI, H. Estimativas de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.56-65, 2001.

DIAS, A.M.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; ÍTAVO, L.C.V.; PIRES, A.J.V.; SOUZA, D.R.; SÁ, J.F.; MENDES, F.B.L.; NUNES NASCIMENTO, P.V. Bagaço de mandioca em dietas de novilhas leiteiras: consumo de nutrientes e desempenho produtivo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.987-995, 2008.

FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; RUSSELL, J.B.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3578-3596, 1992.

GUILBERT, H. R.; GREGORY, P. W. Some features of growth and development of Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.11, n.1, p.3-16, 1952.

HEINRICHS, A.J.; ROGERS, G.W.; COOPER, J.B. Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.12, p.3576-3581, 1992.

HEINRICHS, A.J.; ERB, H.N.; ROGERS, G.W.; COOPER, J.B.; JONES, C.M. Variability in Holstein heifer heart-girth measurements and comparison of

prediction equations for live weight. **Preventive Veterinary Medicine**, v.78, n.3, p. 333-338, 2007.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

MANTYSAARI, P.; INGVARTSEN, K.L.; TOIVONEN, V.; SEJRSEN, K. The Effects of Feeding Level and Nitrogen Source of the Diet on Mammary Development and Plasma Hormone Concentrations of Pre-pubertal Heifers. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v.45, n.4, p.236-234, 1995.

MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; KUSS, F.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; CATELLAM, J.; OSMARI, M.P. Medidas corporais de novilhos das gerações avançadas do cruzamento rotativo entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento, **Ciência Rural**, v.38, n.3, p.771-777, 2008.

MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; PEREIRA, E.S.; PAULINO, M.F.; CAMPOS, J.M.S.; MIRANDA, J.R. Desempenho e desenvolvimento ponderal de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.605-613, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. (rev.) Washington, D.C. 2000. 431p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7ed. Washington, D.C. 2001. 381p.

OLIVEIRA, A.P. **Produção de novilhas utilizando pastagens e confinamento**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010, 150p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2010.

QUEIROZ, M. F. S. ; BERCHIELLI, T.T. ; SIGNORETTI, R. D. ; RIBEIRO, A.F. ; DIAN, P.H.M. . Intake and ponderal development of dairy heifers fed sugar cane and different protein levels diets. In: American Dairy Science Association and American Society of Animal Science. **Joint Annual Meeting**, 2008, Indianapolis. 2008 ADSA-ASAS Joint Annual Meeting, 2008.

QUEIROZ, M.F.S. **Teores crescentes de proteína bruta em deitas à base de cana-de-açúcar para novilhas Holandês x Gir**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010, 81p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2010.

RADCLIFF, R.P., VANDEHAAR, M.J., SKIDMORE, A L.; CHAPIN, L.T.; RADKE, B.R.; LLOYD, J.W.; STANISIEWSKI, E.P.; TUCKER, H.A. Effects of diet and

bovine somatotropin on heifer growth and mammary development. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.9, p.1996-2003, 1997.

REIS, G.L.; ALBUQUERQUE, F.H.M.A.R.; VALENTE, B.D.; MARTINS, G.A.; TEODORO, R.L.; FERREIRA, M.B.D.; MONTEIRO, J.B.N.; SILVA, M.A.; MADALENA, F.E. Predição do peso vivo a partir de medidas corporais em animais mestiços Holandês/Gir, **Ciência Rural**, v.38, n.3, p.778-783, 2008.

REIS, G.L. ALBUQUERQUE, F.H.M.A.R.; TEODORO, R.L.; FERREIRA, M.B.D.; MARTINS, G.A.; MONTEIRO, J.B.N.; VALENTE, B.D.; FRIDRICH, A.M.; MADALENA, F.E. Estimativa do peso vivo de novilhas mestiças leiteiras a partir de medidas corporais. SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais...** João Pessoa, PB: SBMA, 2004.

RLM 2.0: razão de lucro máximo. Versão 2.0. LANNA, D.P.D.; BARIONI, L.G.; TEDESCHI, L.O. et al. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999. (CD-ROM).

ROCHA, E.D.; ANDRADE, V.J.; EUCLIDES FILHO, K.; NOGUEIRA, E.; FIGUEIREDO, G.R. Tamanho de vacas Nelores adultas e seus efeitos no sistema de produção de gado de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.4, p.474-479, 2003.

ROSA, B.L. **Desempenho e medidas corporais de tourinhos da raça nelore alimentados com cana-de-açúcar e diferentes fontes de óleo.** Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010, 81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2010.

SAINZ, R.D. Crescimento compensatório em bovinos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE. Campinas, 1998. **Anais...** Campinas, CBNA, 1998. p.22-38.

SAMPAIO, N.S. **Estudo das regiões corporais dos bovinos de importância nos julgamentos.** In: PEIXOTO, A.M. ; LIMA, F.P., TOSI, H. ; SAMPAIO, N.S. (Eds.) Exterior e julgamento de bovinos. 4 ed. Piracicaba : FEALQ, São Paulo, 1990, p.27-29.

SAS Institute. **Statistical analysis system user's guide.** Version 8.04. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2003.

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

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G., RUSSELL. J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate

and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

STELWAGEN, K.; GRIEVE, D. G. Effect of plane of nutrition between 6 and 16 months of age on body composition, plasma hormone concentrations and first-lactation milk production in Holstein heifers. **Canadian Journal Animal Science**. V.72, n.2, p.337-346, 1992.

VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, A.S. Compostos Nitrogenados na alimentação de novilhas leiteiras. In: PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; QUEIROZ, A.C.; MIZUBUTI, I.Y. **Novilhas Leiteiras**. 1ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 333-372p.

VAN AMBURGH, M.E.; GALTON, D.M.; BAUMAN D.E.; EVERETT, R.W.; FOX, D.G.; CHASE, L.E.; ERB, H.N. Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.2, p.527-538, 1998.

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

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; BITTAR, C.M.M.; IMAIZUMI, H.; CORTINHAS, C.S. Diferentes teores de proteína metabolizável em rações com cana-de-açúcar para vacas em lactação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 309-318, 2008.

ZANTON, G.I.; HEINRICHS, A.J. Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production. **Journal of Dairy Science**, v.88, n.11, p.3860-3867, 2005.

CAPITULO 5 – INPLICAÇÕES

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, sendo que o rebanho destinado à exploração leiteira é responsável por aproximadamente 21 bilhões de litros de leite por ano. Todavia, o rebanho leiteiro tem baixa produtividade, com uma média estimada de 4,5 litros de leite por dia, além de apresentar uma ineficiência na fase de recria, aonde novilhas de reposição chegam ao peso de cobertura em média 28 meses na realidade brasileira. Estes fatos caracterizam muito bem o grau de especialização da pecuária leiteira nacional. Portanto, existe uma grande necessidade de se melhorar a competitividade do setor através de tecnologias que busquem a produção a baixo custo, melhorando desta forma a eficiência técnico-econômica dos sistemas de produção.

Visando a diminuição de custos, há um crescente interesse na formulação de rações, principalmente na fonte proteica utilizada nas mesmas, e esta preocupação vem se tornando crescente devido ao aumento da exportação do grão de soja, que torna esta oleaginosa proibitiva para ser incorporada nas dietas de novilhas leiteiras, sem uma correspondente compensação no preço do leite. Como o farelo de soja é uma "commodity", seu preço é determinado pelo mercado internacional. Isto significa que, independente do que ocorrer no mercado interno, o preço da soja vai variar de acordo com sua cotação, em dólar, no mercado internacional. Desta forma, para este suplemento não há muita margem para negociação.

O farelo de soja é tradicionalmente a fonte de proteína básica da dieta de novilhas leiteiras. Contudo este ensaio demonstrou que a utilização de fontes alternativas, como o farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo de girassol pode e deve ser opções viáveis aos produtores na formulação de dietas na fase de recria de novilhas leiteiras, sendo que a escolha do ingrediente deve ser baseada na disponibilidade regional e no preço da tonelada de proteína bruta de cada ingrediente.

Outro ponto que devemos destacar e que independentemente da fonte proteica utilizada, torna-se fundamental o conhecimento das concentrações da proteína degradável no rúmen (PDR) e não degradável no rúmen (PNDR) da dieta, com o objetivo de otimizar a fermentação ruminal, acarretando um aumento da síntese microbiana, maior produção de AGCC e maior fluxo de proteína microbiana ao intestino, a qual irá contribuir diretamente na quantidade de proteína metabolizável que chegara ao intestino.

O maior problema da utilização da cana *in natura* é a necessidade de corte diário, sendo que este fato pode gerar em algumas propriedades problemas logísticos que podem demonstrar que essa prática de manejo inviabiliza a utilização em larga escala deste volumoso devido a essa dificuldade operacional. Contudo, o fato deste experimento ter sido conduzido utilizando a cana-de-açúcar *in natura*, a qual foi cortada a cada dois dias e triturada diariamente, nos leva a inferir que estoque cana-de-açúcar sem fazer a moagem, por um período de até dois dias, não alterou a qualidade nutricional do alimento e não prejudicaram em nenhum aspecto os resultados obtidos neste estudo.