

LUCIANA NAVAJAS RENNÓ

**CONSUMO, DIGESTIBILIDADE TOTAL E PARCIAL, PRODUÇÃO
MICROBIANA, PARÂMETROS RUMINAIS E EXCREÇÕES DE URÉIA E
CREATININA EM NOVILHOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO
QUATRO NÍVEIS DE URÉIA OU DOIS NÍVEIS DE PROTEÍNA**

Tese apresentada à
Universidade Federal de
Viçosa, como parte das
exigências do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia,
para obtenção do Título de
“Doctor Scientiae”.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2003**

LUCIANA NAVAJAS RENNÓ

**CONSUMO, DIGESTIBILIDADE TOTAL E PARCIAL, PRODUÇÃO
MICROBIANA, PARÂMETROS RUMINAIS E EXCREÇÕES DE URÉIA E
CREATININA EM NOVILHOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO
QUATRO NÍVEIS DE URÉIA OU DOIS NÍVEIS DE PROTEÍNA**

Tese apresentada à
Universidade Federal de
Viçosa, como parte das
exigências do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia,
para obtenção do Título de
“Doctor Scientiae”.

APROVADA: 03 de fevereiro de 2003

Prof. Mário Fonseca Paulino
(Conselheiro)

Prof^a. Rilene Ferreira Diniz Valadares
(Conselheiro)

Prof. Paulo Roberto Cecon

Prof. José Fernando Coelho da Silva

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Orientador)

À minha adorada mamãe, pelo amor incondicional e por tudo

Ao meu amado papai, pela dedicação e pela força

Às minhas queridas tias, Titi e Lena, por estarem sempre comigo

À amiga Maria Ignez, pelo carinho e pela certeza de sua ajuda

Ao meu namorado, Antônio Carlos, pelo amor e presença em minha vida

Aos meus irmãos, Beni, Chico e Vivianne, pelo incentivo e carinho fraterno

AGRADECIMENTO

A Deus, por tornar tudo possível.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao CNPq, pelo financiamento desta pesquisa.

Ao Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho, pela orientação, pela competência, pelo profissionalismo, pelos ensinamentos, pela confiança, pela paciência, pela objetividade e clareza constantes de uma orientação impecável em todas as fases de realização deste trabalho e pela amizade.

Ao Prof. Mário Fonseca Paulino, pela chance de conduzir este experimento, pela transmissão de conhecimentos e pelas contribuições para a melhoria deste trabalho.

À Prof^a. Rilene Ferreira Diniz Valadares, pelo profissionalismo, pelos ensinamentos, pela dedicação, pelo apoio durante a condução deste trabalho, pelas sugestões para a melhoria desta pesquisa, pelo carinho e pela amizade.

Ao Prof. Paulo Roberto Cecon, pela atenção, pela disponibilidade e paciência constantes, pela competência, pelos esclarecimentos imprescindíveis e acompanhamento nas análises estatísticas, pelas sugestões e pela amizade.

Ao Prof. José Fernando Coelho da Silva, pelas preciosas e indispensáveis sugestões na conclusão deste trabalho.

À Prof^a. Maria Ignez Leão, pelos ensinamentos, pela realização das cirurgias de fistulação dos animais, pelo acompanhamento durante todas as

fases dessa pesquisa, pela conduta profissional e pela competência, por contribuir decisivamente para a minha formação profissional, pelo carinho e pela amizade.

Aos demais professores que, direta ou indiretamente, aprimoraram meus conhecimentos profissionais, em especial, ao Prof. Augusto César de Queiroz e ao Prof. José Carlos Pereira, pela atenção.

Aos companheiros de experimento, Alfredo e Dorismar, pela convivência agradável, pelo companheirismo em todas as horas, pela inestimável colaboração e pela amizade.

Ao amigo Joélcio, pela agradável convivência, pela confiança, pelo indispensável auxílio durante a condução do experimento, pela presença nos diversos momentos, pelas lições de vida e pela amizade.

Ao amigo José Geraldo, pela atenção, pelo carinho, pela amizade sincera, pela confiança, pela ajuda neste trabalho e pelos agradáveis momentos de convivência.

Às amigas Polyana e Mônica, pela preciosa ajuda durante a realização do experimento e nas análises laboratoriais, pelos momentos alegres no trabalho e no lazer, e pela amizade.

Aos demais estagiários, por contribuírem durante a condução do experimento e nas análises laboratoriais.

Ao Fabiano e Luis Carlos pela ajuda no decorrer deste trabalho de campo.

Ao Marcelo Cardoso pela atenção e ajuda na condução deste trabalho.

Ao Seu Jorge, pela atenção e pela segurança de estar sempre por perto.

Aos funcionários do Laboratório Animal do DZO/UFV Monteiro, Fernando, Wellington, Vera e Valdir, pelo apoio durante as análises químicas e pelo carinho.

Aos funcionários do DZO/UFV, em especial a Celeste, Márcia, Adilson, Paolon, Venâncio e Rosana, pela presteza e atenção.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pela convivência agradável, pelos momentos de descontração e pelo apoio ao longo do curso.

Aos amigos, Monteiro e Cida, pela convivência, pelos agradáveis momentos e pela amizade.

À amiga Pollianna, pelo carinho, pela atenção e eficiência na tradução para o inglês dos resumos desta tese.

À amiga Cristina, pela companhia e agradável convivência, pelo exemplo de dedicação e pela amizade.

À amiga Sherlânea, pelo exemplo de determinação, pelo incentivo, pela ajuda e pelo apoio em todos os momentos, e pela amizade.

À família Fialho: Joécio, Mirinha, Daniel, Douglas e Davi, pelos alegres momentos compartilhados, pelo apoio e pelo carinho.

À família Véras: Véras, Sherlânea, Neto e Rodrigo, pela acolhida, pelas agradáveis horas de convivência, pelo incentivo e pelo carinho.

À família Valadares: Tião, Rilene, Flávia e Fábio, pela convivência carinhosa e alegre, pela confiança, pelo apoio, pela torcida e pela amizade.

À amiga Maria Ignez, pelo exemplo de vida, pela acolhida, pelo amparo e incansável ajuda nos momentos mais difíceis e pelo carinho de mãe.

À mamãe, pela compreensão infinita, por estar comigo de alguma forma em todos os momentos e pela sabedoria de viver, e ao papai, pela existência e pela força em todas as fases desta caminhada.

À Titi, por compartilhar comigo os meus momentos mais difíceis, mesmo à distância, por me entender e por acreditar em mim, sempre, e a Lena, pelo carinho, pela torcida e apoio incondicional nesta jornada.

Ao meu amor, Antônio Carlos, por me ouvir, pela paciência, pelas constantes demonstrações de carinho, por me fazer feliz e por me ajudar a chegar até o final.

Ao Chico, pela convivência, discussões e vitórias durante esses anos, pelo apoio em todas as fases deste trabalho, pela ajuda no preparo e formatação desta tese, pelo carinho de irmão, e a Vivianne, pela recepção e pelo apoio.

Ao Beni, pela ajuda, mesmo à distância, pelo incentivo e carinho de irmão.

À amiga Geralda, pela dedicação e presença em todos os momentos da minha vida, e à Renata, pela torcida.

À amiga Cida, pela dedicação com que assumiu minha casa, pelo carinho, e Edimara, pela atenção.

Aos familiares, amigos e demais colegas que, apesar de não-mencionados, certamente colaboraram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

LUCIANA NAVAJAS RENNÓ, filha de Francisco Prado Rennó e Maria Ignez Navajas, nasceu em Santos, São Paulo, em 04 de maio de 1973.

Iniciou o curso de Medicina Veterinária na Faculdade de Medicina Veterinária da Fundação de Ensino “Octávio Bastos”, em São João da Boa Vista – SP, em março de 1992, concluindo-o em janeiro de 1997.

Em março de 1997, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 22 de março de 1999.

Iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa em abril de 1999, na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 03 de fevereiro de 2003.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xv
INTRODUÇÃO.....	1
LITERATURA CITADA.....	9
Digestibilidade Aparente Total e Parcial Utilizando Indicadores Interno ou Externo e Efeito da Correção da Fibra em Detergente Neutro sobre a Digestibilidade Aparente Total de Novilhos em dois Experimentos.....	14
Resumo.....	14
Abstract.....	15
Introdução.....	16
Material e Métodos.....	20
Resultados e Discussão.....	23
Conclusões.....	31
Literatura Citada.....	31
Níveis de Uréia na Ração de Novilhos de Quatro Grupos Genéticos: Consumo e Digestibilidades Totais.....	35
Resumo.....	35
Abstract.....	36
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	40
Resultados e Discussão.....	45
Conclusões.....	55
Literatura Citada.....	55
Níveis de Uréia na Ração de Novilhos de Quatro Grupos Genéticos: Digestibilidades Parciais e Balanço de Compostos Nitrogenados.....	61
Resumo.....	61
Abstract.....	62
Introdução.....	63
Material e Métodos.....	65
Resultados e Discussão.....	67
Conclusões.....	77
Literatura Citada.....	77
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.....	81

Resumo.....	81
Abstract.....	82
Introdução.....	83
Material e Métodos.....	86
Resultados e Discussão.....	88
Conclusões.....	100
Literatura Citada.....	101
Níveis de Uréia na Ração de Novilhos de Quatro Grupos Genéticos: Parâmetros Ruminais, Uréia Plasmática e Excreções de Uréia e Creatinina.....	105
Resumo.....	105
Abstract.....	106
Introdução.....	107
Material e Métodos.....	110
Resultados e Discussão.....	112
Conclusões.....	118
Literatura Citada.....	119
Níveis de Proteína na Ração de Novilhos de Quatro Grupos Genéticos: Consumo e Digestibilidades Totais e Parciais.....	123
Resumo.....	123
Abstract.....	124
Introdução.....	125
Material e Métodos.....	127
Resultados e Discussão.....	131
Conclusões.....	140
Literatura Citada.....	141
Níveis de Proteína na Ração de Novilhos de Quatro Grupos Genéticos: Balanço de Compostos Nitrogenados e Estimativa da Produção de Proteína Microbiana por Intermédio dos Derivados de Purinas na Urina....	145
Resumo.....	145
Abstract.....	146
Introdução.....	147
Material e Métodos.....	150
Resultados e Discussão.....	152
Conclusões.....	163
Literatura Citada.....	163
Níveis de Proteína na Ração de Novilhos de Quatro Grupos Genéticos: Parâmetros Ruminais, Uréia Plasmática e Excreções de Uréia e Creatinina.....	168
Resumo.....	168
Abstract.....	169
Introdução.....	170
Material e Métodos.....	173
Resultados e Discussão.....	175
Conclusões.....	180
Literatura Citada.....	180
CONCLUSÕES GERAIS	184
APÊNDICE	186

RESUMO

RENNÓ, Luciana Navajas, D.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2003. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína.** Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Conselheiros: Mário Fonseca Paulino e Rilene Ferreira Diniz valadares.

O presente trabalho teve os seguintes objetivos: (1) comparar os indicadores fibra em detergente ácido indigestível com o óxido crômico na determinação da digestibilidade aparente total, ruminal, intestinal total e nos intestinos delgado e grosso, da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), comparar os métodos tradicional e da autoclave de determinação da FDN e avaliar o efeito da correção da FDN para cinzas e proteína sobre a digestibilidade total da FDN e dos CNF, em dois experimentos; (2) determinar o tempo necessário para o período de adaptação às dietas com uréia e avaliar o efeito de quatro níveis de uréia na ração: 0; 0,65; 1,3 e 1,95% na MS, e o efeito de dois níveis de proteína bruta na ração: 12 e 15%, sobre os consumos e digestibilidades aparentes totais e parciais da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN, CNF e consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT), em novilhos de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu; (3) avaliar o efeito de quatro níveis de uréia e dois teores de PB da ração, sobre o balanço de compostos nitrogenados e a estimativa da produção de proteína microbiana por meio dos derivados de purinas na urina em novilhos de quatro

grupos genéticos e (4) avaliar o efeito de quatro níveis de uréia e dos dois teores de PB da ração, sobre o pH e amônia ruminais, concentração plasmática de uréia, excreção fracional de uréia e excreções de uréia e creatinina; e avaliar as perdas urinárias endógenas, por meio da excreção de creatinina em novilhos de quatro grupos genéticos. Foram conduzidos dois experimentos com novilhos de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu, castrados e fistulados no rúmen e no abomaso, sendo que somente os animais zebuínos foram fistulados no íleo terminal. No primeiro, 16 novilhos foram alimentados com 50% de feno de capim Tifton-85 com 3,77% PB e concentrado, essa dieta continha 12% PB, com níveis crescentes de uréia (0; 0,65; 1,3 e 1,95% na base da MS total). Os animais foram distribuídos em quatro quadrados latinos (grupos genéticos) 4x4, sendo quatro animais, quatro períodos experimentais e quatro tratamentos (rações). No segundo, 12 novilhos foram submetidos a dietas, com dois teores de PB: 12 e 15%, a base de feno de capim Tifton-85 (60%), com 11,13% PB e concentrado. Os animais foram distribuídos em um esquema fatorial 2x4, sendo dois níveis de proteína, e quatro grupos genéticos, num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Além da correção da FDN para cinzas e proteína (FDNcp) nos alimentos, esse procedimento foi efetuado nas amostras de sobras e fezes, para efeito comparativo, em ambos experimentos. Para o primeiro experimento, o período experimental inicial teve a duração de 19 dias, sendo 13 dias de adaptação à dieta e 6 dias para as coletas de fezes e digestas de abomaso e íleo. A fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) foi usada como indicador para estimar as digestibilidades. As amostras de urina foram obtidas a partir de coletas em 24 horas, no 3º dia do período de coletas de fezes. As amostras de urina também foram obtidas a partir da coleta de urina *spot*, quando os animais urinaram espontaneamente, no penúltimo dia do período de adaptação às dietas. O indicador microbiano utilizado para quantificar os microrganismos foi as bases purinas. Na urina foram realizadas as análises dos derivados de purinas, alantoína e ácido úrico. Foi feita comparação entre a produção microbiana usando as bases purinas no abomaso com os derivados de purinas na urina; entre as determinações da produção microbiana pelos derivados de purinas com duas equações distintas ou com as bases purinas no abomaso; e a

comparação entre a estimativa da produção urinária, dos derivados de purinas e da produção microbiana através da coleta de urina *spot* com a coleta total de urina em 24 horas. As coletas de líquido ruminal, para determinação do pH e das concentrações de N-NH₃, foram realizadas antes do fornecimento da dieta e 2, 4, 6 e 8 horas após. Durante a coleta de urina em 24 horas, cerca de 4 horas após a alimentação, foi coletado o sangue, e após centrifugação, obtido o plasma. Nas amostras de urina e plasma, foram determinadas as concentrações de uréia e creatinina. Para o segundo experimento, o período experimental teve a duração de 16 dias, sendo 10 dias de adaptação à dieta e 6 dias para as coletas de fezes e digestas de abomaso e íleo, sendo a FDAi também utilizada como indicador para estimar as digestibilidades. A coleta de urina realizada em 24 horas, foi feita após o período de coleta de fezes. Assim como para o primeiro experimento, foi feita comparação entre a produção microbiana usando as bases purinas no abomaso com os derivados de purinas na urina; entre as determinações da produção microbiana pelos derivados de purinas com duas equações distintas ou com as bases purinas no abomaso. As coletas de líquido ruminal, para determinação do pH e das concentrações de N-NH₃ e a coleta de sangue, foram feitas como no primeiro experimento. As digestibilidades totais e parciais da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF não diferiram ($P>0,05$) comparando-se os indicadores, nos experimentos. Os teores de FDN das amostras não diferiram ($P>0,05$) entre as metodologias tradicional e da autoclave, assim, as demais análises de FDN foram feitas por este último método. A digestibilidade total da FDN e dos CNF, comparando-se a utilização da FDN sem correção com a FDN_{cp} nos alimentos, fezes e sobras para ambos estudos, diferiram entre si ($P<0,05$). Como as médias para o consumo de MS, para cada nível de uréia utilizado, desde o 1º até o 12º dia do período de adaptação, não diferiram ($P>0,05$) da média padrão (do 13º dia), o período de adaptação das dietas dos períodos experimentais subsequentes foi reduzido para 10 dias. Houve interação de grupos genéticos e níveis de uréia na ração para o consumo de MS em %PV. As digestibilidades ruminais da MS e MO que apresentaram maiores valores, foram as dos animais mestiços. As digestões ruminais e intestinais totais dos carboidratos, sejam CHO, FDN ou CNF, não diferiram entre os grupos genéticos ($P>0,05$). As digestões ruminais e intestinais totais da MS, MO e dos nutrientes, não foram influenciadas pela

adição de uréia na dieta ($P>0,05$). Para o segundo experimento, o consumo de MS (Kg/dia) foi superior para os Holandeses, intermediário para os dois grupos de mestiços, contudo, os animais $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá consumiram mais que os $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir, que foram superiores em relação aos zebuínos. As ingestões de MS e dos nutrientes, em Kg/dia ou em % PV, não diferiram para as dietas contendo 12 ou 15% de PB ($P>0,05$), com exceção do consumo de PB que foi superior para a dieta com 15% de PB. A digestão total, ruminal e intestinal total da MS não diferiu entre os grupos genéticos, e teores de PB ($P>0,05$). Tanto para o pH, como para a amônia ruminal, apenas para o horário que antecedeu a alimentação, os níveis de proteína não diferiram entre si ($P>0,05$), o que não ocorreu para os demais tempos de coleta ($P<0,05$). As concentrações de amônia ruminal foram superiores para o maior nível de proteína bruta da ração ($P<0,05$). A excreção fracional de uréia não diferiu entre os animais e conteúdo de proteína da dieta ($P>0,05$). A concentração plasmática e a excreção urinária de uréia não diferiu entre os grupos genéticos ($P>0,05$) e foi superior para o teor de 15% de PB da dieta. Recomenda-se a utilização da FDAi como indicador na determinação da digestibilidade aparente total e parcial. Sugere-se o uso do método da autoclave para determinação da FDN. Recomenda-se não corrigir a FDN nos alimentos somente. A correção da FDN para cinzas e proteína subestima a digestibilidade da FDN e superestima a dos CNF, sugerindo que a digestibilidade da FDN seja multiplicada por 1,042 e a dos CNF seja multiplicada por 0,96. Para o primeiro experimento, recomenda-se redução no período de adaptação para 7 dias, o que resulta em economia de tempo e gasto com alimentação. O consumo, em Kg/dia, foi maior para os animais do grupo genético Holandês, seguido pelos mestiços e Zebu. A digestibilidade total da MS não foi influenciada pelos grupos genéticos nem pelos níveis de uréia nas rações. De uma maneira geral, os locais de digestão não foram alterados pelo tipo de animal (taurino, zebuíno e seus mestiços) e pela inclusão de uréia na ração. Os animais zebuínos apresentaram ingestão, excreção e balanço de compostos nitrogenados inferior aos demais grupos genéticos. A retenção de compostos nitrogenados apresentou redução com a utilização de uréia na dieta. A produção e as eficiências microbianas mostraram-se superiores para os animais Holandeses, intermediárias para os mestiços e inferiores para os zebuínos. A coleta de

urina *spot* consiste em metodologia rápida e eficaz na estimativa da excreção urinária dos derivados de purinas e da produção de compostos nitrogenados microbianos. O pH ruminal apresentou o mesmo comportamento para os grupos genéticos e foi influenciado positivamente pela inclusão de uréia na dieta. As concentrações de amônia ruminal foram influenciadas positivamente pelos níveis de uréia na ração para os animais Holandeses e mestiços. A concentração plasmática de N-uréia aumentou linearmente em função da adição de uréia na ração. Para o segundo experimento, o consumo foi maior para os animais Holandeses, seguidos pelos mestiços e Zebu. O consumo de matéria seca não foi influenciado pelos teores de proteína bruta da ração. De maneira geral, as digestões totais e parciais dos nutrientes não foram afetadas pelos grupos genéticos nem pelos níveis de proteína bruta da dieta. O balanço de compostos nitrogenados não foi alterado pelos teores de proteína bruta da dieta. As eficiências microbianas não foram influenciadas nem pelo grupo genético dos animais nem pelo conteúdo protéico da ração. O pH ruminal apresentou comportamento linear decrescente em função dos tempos de coleta para ambos os níveis de proteína bruta. As concentrações de amônia ruminal mostraram comportamento quadrático em função dos tempos de coleta, com valores máximos de 13,67 e 20,87 mg N-NH₃/dL, para os níveis de 12 e 15% de PB da ração, respectivamente. Para ambos experimentos, a estimativa da produção de compostos nitrogenados microbianos pode ser feita a partir da excreção dos derivados de purinas na urina, e sugere-se que a excreção urinária dos derivados de purinas seja determinada utilizando a equação de Orellana Boero et al. (2001). A excreção de creatinina não foi influenciada pelos grupos genéticos nem pelos níveis de uréia ou de proteína bruta na dieta, e apresentou valores médios de 27,76 e 27,78 mg/Kg PV, respectivamente para o primeiro e segundo experimentos. Sugere-se que as perdas urinárias endógenas de compostos nitrogenados pode ser estimada a partir da excreção de creatinina.

ABSTRACT

RENNÓ, Luciana Navajas, D.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2003. **Intake, partial and total digestibility, microbial production, ruminal parameters and urea and creatinine excretions in steers fed diets with four urea levels or two protein levels.** Adviser: Sebastião de Campos Valadares Filho. Committee members: Mário Fonseca Paulino and Rilene Ferreira Diniz valadares.

This work was carried out to: (1) compare the markers indigestible acid detergent fiber and chromium oxide to determine the total, ruminal and total intestinal apparent digestibility and in the small and large intestines, of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), total carbohydrates (CHO), neutral detergent fiber (NDF) and non fiber carbohydrates (NFC), compare two methods (traditional and autoclave) that determine NDF content and evaluate the effect of NDF corrected for ashes and protein on the NDF and NFC total digestibility, in two experiments; (2) determine the time necessary to animals to adapt to the diets with urea and evaluate the effect of four dietary urea levels (0, 0.65, 1.3 and 1.95% in DM) and of two dietary protein levels (12 and 15%) on the intake and total and partial apparent digestibility of DM, OM, CP, EE, CHO, NDF, NFC and total digestible nutrients intake (TDN), in steers of four genetic groups: Holstein, ½ Holstein-Guzera, ½ Holstein-Gir and Zebu; (3) evaluate the effect of four dietary urea levels and of two dietary protein levels on the nitrogen compounds balance and the microbial protein production by the urinary purine derivatives in steers of four genetic groups; and (4) evaluate the effect of four dietary urea levels and of two dietary protein levels on the ruminal pH and ammonia, urea

plasma concentration, urea fractional excretion and urea and creatinine excretions, and evaluate the endogenous urinary losses by the creatinine excretion in steers of four genetic groups. Two experiments were carried out with steers of four genetic groups: Holstein, ½ Holstein-Guzera, ½ Holstein-Gir and Zebu; castrated and fistulated in the rumen and abomasum, and only Zebu were fistulated in the terminal ileum. In the first experiment, 16 steers were fed diet with 50% Tifton-85 bermudagrass hay with 3.77% CP and concentrate, these diets were composed of 12% CP, with increasing urea levels (0, 0.65, 1.3 and 1.95% in total DM basis). The animals were assigned to four 4x4 latin squares (genetic groups), being four animals, four experimental periods and four treatments (rations). In the second experiment, 12 steers were fed diets with two CP contents (12 and 15%), with 50% Tifton-85 bermudagrass hay (60%), 11.13% CP and concentrate. The animals were assigned to a 2x4 factorial scheme (genetic groups), being two crude protein levels and four genetic groups, in a completely randomized design, with three replicates. Besides the NDF correction for ash and protein (NDFap) in the feedstuffs, this methodology was applied in the orts and feces samples, in both experiments. The first initial experimental period lasted 19 days, 13 days for adaptation and 6 days for collections of feces and abomasum and ileum digesta. The indigestible acid detergent fiber (FDAi) was used as marker to estimate the digestibility. The urine samples were obtained from 24-h collection, at the 3rd day of feces collections, and also from *spot* urine collection, when the animals spontaneously urinated, at the next to the last day of adaptation period. The purine base method was used as microbial marker to determine the microorganisms. In the urine, the analyses of purine derivatives, allantoin and uric acid were performed. A comparison among the: microbial production using the purine bases in the abomasum and urinary purine derivatives; determination of microbial production by purine derivatives using two different equations or purine base method in the abomasum; and estimate of urinary estimate of purine derivatives and microbial production by means of *spot* urine collection and by 24-h total urine collection, was performed. The ruminal liquid collections, to determine pH and N-NH₃ concentrations, were performed before feeding and 2, 4, 6 and 8 hours post feeding. During the 24-h urine collection, 4 hours after feeding, blood was collected and, after centrifugation, plasma was

obtained. In the urine and plasma samples, the urea and creatinine concentrations were determined. In the second experimental period lasted 16 days, 10 days for adaptation and 6 days for collections of feces and abomasum and ileum digesta, and ADFi was also used as marker to estimate the digestibility. The 24-h urine collection was performed after the feces collection. As in the first experiment, comparison among the: microbial production using the purine bases in the abomasum and urinary purine derivatives; determination of microbial production by purine derivatives using two different equations or purine base method in the abomasum, was performed. The ruminal liquid collections, to determine pH, N-NH₃ concentrations and blood collection, were performed in the first experiment. Total and partial digestibility of DM, OM, CP, EE, CHO, NDF e NFC showed no significant ($P>.05$) effect when the markers were compared in both experiments. NDF contents of samples showed no significant ($P>.05$) effect among the methodologies (traditional and autoclave; so, the other NDF analyses were performed by the last method). NDF and NFC total digestibility, by comparing NDF without correction and NDFap in the feedstuffs, feces and orts for both studies, showed difference ($P<0.05$). As means for DM intake, at each urea levels, from 1st to 12th day of adaptation period, did not differ ($P>.05$) from the standard mean (13th day), the adaptation period of the subsequent experimental periods was reduced by 10 days. There was interaction among the genetic groups and the dietary urea levels for DM intake in %LW. Crossbred animals showed the highest values of DM and OM ruminal digestibility. There was no significant effect ($P>.05$) of the ruminal and total intestinal digestion of CHO, NDF or NFC, among the genetic groups. Ruminal and total intestinal digestion of DM, OM and nutrients were not affected ($P>0.05$) by the increasing dietary urea levels. In the second experiment, Holstein showed higher DM intake (kg/day), intermediary values for both crossbred groups however, ½ Holstein-Guzera showed higher intake than ½ Holstein-Gir, that were superior than Zebu. DM and nutrients intake, in kg/day or % LW, showed no difference ($P>0.05$), for the diets with 12 or 15% CP, except for CP intake, that was higher for the diet with 15% CP. Total, ruminal and total intestinal DM intake showed no difference ($P>0.05$) among the genetic groups and CP contents. Protein levels showed no significant effect ($P>0.05$) for pH and ruminal ammonia only before feeding, but significant effect

($P < 0.05$) was observed for the other collection times. Ruminal ammonia concentration showed higher values ($P < 0.05$) for the highest dietary crude protein levels. Urea fractional excretion did not differ ($P > 0.05$) among animals and dietary protein content. Plasma concentration and urinary urea excretion did not differ ($P > 0.05$) among the genetic groups and showed higher values for the diet with 15% CP. It is recommended to use ADFi as marker to determine the digestibility and also to use the autoclave methodology to determine NDF and not to correct NDF. It is recommended not to correct NDF content only in the feedstuffs. The NDF correction for ash and protein underestimated NDF digestibility and overestimated NFC digestibility, suggesting that the NDF digestibility could be multiplied by 1.042 and the NFC digestibility could be multiplied by 0.96. For the first experiment, it is recommended reduction on the adaptation period by 7 days, that results in economy of time and feeding costs. Holstein showed the highest intake values (kg/day), followed by the crossbred and Zebu. Total DM digestibility was affected nor by the genetic group, neither by the dietary crude protein levels. Digestion compartments were not affected by the genetic group (Taurus, Zebu and its crossbred) and by the increasing dietary urea levels. Zebu showed smaller values of intake, excretion and nitrogen compounds balance than the other genetic groups. Nitrogen compounds retention showed reduction as dietary urea levels increased. Holstein showed higher values of microbial production and efficiency, the crossbred groups, intermediary values and Zebu, smaller values. The *spot* urine collection is a fast and efficient methodology to estimate the excretion of urinary purine derivatives and the microbial nitrogen compounds production. Ruminal pH showed the same behavior among the genetic groups and significant effect as the dietary urea levels increased. The ruminal ammonia concentrations were affected by the increasing dietary urea levels for the Holstein and crossbred. N-urea plasma concentration linearly increased as the dietary urea levels increased. In the second experiment, Holstein showed higher intake values, followed by crossbred and Zebu. Dry matter intake was not affected by the dietary urea levels. Total and partial nutrients digestibility were affected nor by the genetic group, neither by the dietary crude protein levels. Nitrogen compounds balance was not affected by the dietary crude protein levels. Microbial efficiency was affected nor by the genetic groups,

neither by the dietary crude protein levels. Ruminant pH Ruminant pH showed decreasing linear behavior, according to the collection times for both crude protein levels. The ruminal ammonia concentration showed quadratic answer, according to the collection times, with maximum values of 13.67 and 20.87 mg N-NH₃/dL, for the levels of 12 and 15% CP in the diet, respectively. For both experiments, the estimate of microbial nitrogen compounds production can be obtained from the excretion of urinary purine derivatives. It is recommended to determine the excretion of urinary purine derivatives by using the Orellana Boero et al. (2001) equation. Creatinine excretion was affected nor by the genetic group, neither by the increasing dietary urea levels and showed average values of 27.76 and 27.78 mg/kg LW, respectively, for the first and second experiment. It is recommended that endogenous urinary losses of nitrogen compounds can be estimated from the creatinine excretion.

Introdução

A importância econômica do rebanho bovino na economia brasileira é inegável, tendo, neste contexto, relevante papel social, tanto por gerar empregos, como por se constituir na principal fonte de proteína animal da dieta da população do país (Corrêa, 2000).

O uso de animais mestiços, oriundos do cruzamento entre raças, tem sido utilizado para combinar características desejáveis dessas raças e adequar tipo de animal e ambiente na tentativa de aumentar a produtividade nos sistemas de produção (Alencar, 2000).

O baixo rendimento zootécnico da pecuária de corte, em muitos sistemas de exploração, tem sido significativamente alterado pela intensificação da produção, com a introdução de tecnologias que pretendem oferecer condições de alimentação, de manejo e de sanidade mais adequadas, buscando, assim, a melhoria da produtividade animal sobre bases econômicas.

Nesse sentido, a condução criteriosa dos programas de alimentação, que busquem conhecer, com maior precisão, as interações e o impacto produzido pelo uso de diferentes níveis de proteína e proporções de nitrogênio não protéico sobre o consumo voluntário e a utilização e perdas de nutrientes no trato gastrointestinal de diferentes grupos genéticos de bovinos, é fundamental para a maximização da eficiência de aproveitamento dos alimentos e implementação de sistemas eficientes de produção.

A estimativa dos valores de digestibilidade é reconhecidamente um dos primeiros parâmetros do valor nutritivo do alimento. Todavia, experimentos para determinação de digestibilidade, através de coleta total de fezes são dispendiosos e ainda necessitam de adaptação dos animais às gaiolas e às bolsas coletoras. O uso de indicadores internos, aqueles constituintes da dieta que apresentam digestibilidade muito baixa, vêm sendo alternativa ao método de coleta total e aos indicadores externos, tal como o óxido crômico (Cr_2O_3) que é o composto inorgânico mais utilizado em experimentos de digestibilidade (Valadares Filho, 2000).

A recuperação de frações indigestíveis do alimento é a base para os indicadores internos, como a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e a

fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), que são utilizados em estudos nos quais são necessárias estimativas de digestibilidade (Van Soest, 1994). Saliba et al. (1999) avaliaram vários indicadores internos e externos com o método de coleta total de fezes, e relataram que a FDAi apresentou resultado mais próximo do obtido pela coleta total. Ítavo et al. (2001a), em estudo da utilização de indicadores internos (FDNi e FDAi), para estimar a produção fecal e digestibilidade dos nutrientes, relataram que a FDNi subestimou a digestibilidade, e sugeriram a FDAi como indicador para estimar a produção de MS fecal, em bovinos.

Segundo Ítavo et al. (2001b), as digestões ruminal e intestinais da MS não foram diferentes entre a FDAi e o Cr_2O_3 , sugerindo que o indicador interno pode ser considerado bom para as estimativas das digestibilidades parciais.

A predição do consumo voluntário é, de acordo com Waldo (1986), de difícil estimativa, sendo menos precisa que a predição da digestibilidade. Variações de consumo são resultado de intrincadas relações entre a dieta, o animal e as condições de alimentação e clima (Mertens, 1992).

As teorias que explicam o controle do consumo voluntário nos ruminantes admitem que este mecanismo é produto da ação integrada ou isolada de fatores físicos e fisiológicos. A demanda energética do animal define o consumo de dietas de alta densidade calórica, ao passo que a capacidade física do trato gastrintestinal determina o consumo de dietas de baixa qualidade e densidade energética (Van Soest, 1994). Segundo Mertens (1994), a ingestão de matéria seca também é controlada por fatores psicogênicos, que envolvem a resposta comportamental do animal, frente a fatores inibidores ou estimuladores no alimento, ou no manejo alimentar, que não está relacionado ao valor energético do alimento, nem ao efeito de enchimento.

A deficiência de compostos nitrogenados no rúmen, seja na forma de amônia, aminoácidos ou peptídeos influencia a regulação da ingestão de alimentos. Quando o suprimento de nitrogênio, proveniente do alimento ou da reciclagem endógena, não atende aos requerimentos microbianos, ocorre limitação do crescimento dos microrganismos (Sniffen et al. 1993) e depressão da digestibilidade da parede celular (Wilson & Kennedy, 1996), resultando em diminuição do consumo de matéria seca (MS). Por outro lado, a utilização de níveis mais elevados de nitrogênio não protéico (NNP) na dieta, como o uso de

uréia acima de 1,0% da MS da ração, pode afetar a palatabilidade (Haddad, 1984), e reduzir o consumo de alimentos.

Segundo Illius & Jessop (1996), o desequilíbrio de nutrientes pode limitar a ingestão de alimentos, devido provavelmente, a produção em excesso de metabólitos. Assim, elementos sensoriais inerentes ao animal vão responder a este desequilíbrio de nutrientes devido ao envolvimento de sensações de desconforto, causando uma redução no consumo voluntário.

De acordo com Paulino (1998), a uréia é utilizada como controladora de consumo em suplementos múltiplos. A raça e ou grau de sangue dos animais são variáveis importantes a serem avaliadas na utilização da uréia (Paulino, 1999). Quando se utiliza animais Zebuínos, o controle de consumo pela uréia é mais efetivo (Paulino et al., 1983) do que quando comparado a animais mestiços leiteiros.

Em estudo com bovinos cruzados (*Bos taurus* x *Bos indicus*) em confinamento, submetidos a dietas contendo 13% de proteína bruta (PB) na ração, com 63% de silagem de milho como volumoso, Seixas et al. (1999) avaliaram a utilização de três concentrados protéicos, a base de farelo de algodão, uréia (1,3% na MS da ração) ou amiréia, e relataram que o consumo de MS não diferiu entre os tratamentos, e variou de 2,60 a 2,63% do peso vivo (PV). Shain et al. (1998), trabalhando com animais fistulados, com dietas à base de milho laminado a seco e níveis crescentes de uréia na ração (0; 0,88; 1,34 ou 1,96% na MS) calculados para possuírem 9,7; 12; 13,5 ou 15% de PB, observaram que o consumo diário de MS não diferiu entre os tratamentos, sendo em média de 8,75 Kg de MS.

Hunter & Siebert (1985), ao fornecerem forragens de baixa qualidade (variando a PB entre 3,6 a 5,6%), para animais taurinos (Hereford) e zebuínos (Brahma), não observaram diferenças no consumo de MS, quando essas forragens não foram suplementadas. No entanto, verificaram maior consumo para os animais taurinos quando as dietas foram suplementadas com 90g de uréia.

Além do conhecimento da composição bromatológica e da ingestão de alimentos, é importante o conhecimento da utilização dos nutrientes pelo animal, o qual é obtido por meio de estudos de digestão. O coeficiente de digestibilidade expressa a quantidade que cada nutriente o animal tem

condição de utilizar, e segundo Forbes (1995), digestibilidade é o produto do tempo de retenção no rúmen pelas características de degradação do alimento.

A importância de estudos de digestão parcial se prende ao fato dos processos digestivos serem diferentes em cada compartimento do aparelho digestivo e conseqüentemente resultar em diferentes efeitos sobre o animal (Coelho da Silva & Leão, 1979). O rúmen tem papel definitivo na eficiência de utilização da dieta, na síntese de nutrientes, assim como nos produtos de excreção fecal e urinária (Sauvant & Van Milgen, 1995).

Em virtude da relevância da fermentação microbiana na digestão dos ruminantes, torna-se importante a avaliação dos compostos nitrogenados disponíveis para a absorção pelo animal. Os compostos nitrogenados não amoniacais (NNA) presentes no abomaso têm sido utilizados para avaliar os compostos nitrogenados que chegam ao intestino delgado e incluem, principalmente, os compostos nitrogenados dietéticos não degradados e os compostos nitrogenados de origem microbiana (National Research Council - NRC, 1985).

A proteína microbiana supre a maioria dos aminoácidos no intestino delgado, sendo a proteína não degradável no rúmen a segunda maior fonte de aminoácidos absorvíveis para o animal (NRC, 2001). A otimização da fermentação ruminal e a maximização da eficiência de síntese microbiana poderão ser obtidas por intermédio da manipulação dos componentes da dieta. As disponibilidades de energia e compostos nitrogenados são os principais determinantes do processo de síntese microbiana no rúmen (Clark et al., 1992).

A ótima utilização da proteína degradável no rúmen (incluindo NNP), poderia logicamente ocorrer se a degradação de proteína e carboidrato no rúmen estiver ocorrendo simultaneamente (Nocek & Russell, 1988; Russell et al. 1992; NRC, 1996). A não sincronização da liberação de amônia e energia no rúmen resulta na redução da síntese de proteína microbiana. Vários estudos reportaram que a sincronização de rápidas taxas de fermentação de fontes de carboidratos e proteínas, estimulou a síntese microbiana, e em outros, não apresentou efeito sobre a síntese de proteína microbiana ou eficiência dessa síntese (NRC, 2001).

Milton et al. (1997), avaliando os efeitos de dietas contendo 0; 0,5; 1,0 ou 1,5% de uréia na MS, com 83% de milho laminado a seco, em novilhos em

terminação, observaram que o fluxo de nitrogênio e o nitrogênio microbiano no duodeno não foram afetados pelos níveis de uréia. Cruz Soto et al. (1994) relataram que a produção microbiana, calculada a partir da excreção urinária de derivados de purinas, não foi influenciada pela infusão ruminal de peptídeos, aminoácidos ou uréia, em ovinos alimentados com feno de gramínea.

Valadares Filho et al. (1990) não encontraram diferenças na eficiência microbiana entre novilhos Holandeses e Nelores, e relataram média de 26,15 g Nmic/Kg MODR. Kropp et al. (1977), em um estudo sobre os efeitos da inclusão de uréia (0; 0,8; 1,5 ou 2,5% na MS) em dietas à base de 75% de casca de algodão, com consumo fixo, verificaram que a eficiência de síntese microbiana por 100g de MO degradada no rúmen apresentou valor médio de 19,0.

A mensuração da produção de compostos nitrogenados microbianos baseia-se em indicadores microbianos, como bases purinas (RNA), ácido 2,6 diaminopimélico (DAPA), ³⁵S e ¹⁵N. A metodologia que se baseia na excreção de derivados de purinas na urina é menos invasiva que a utilização dos indicadores descritos acima, pois não necessita que os animais sejam fistulados. Estudos conduzidos, confirmaram a relação entre produção de proteína microbiana e excreção urinária de derivados de purinas (Verbic et al., 1990; Puchala & Kulasek, 1992; Valadares et al., 1999; Rennó et al., 2000a; Martín-Orúe et al., 2000; Orellana Boero et al., 2001).

Esta técnica, segundo Perez et al. (1996), assume que os ácidos nucléicos no duodeno são de origem predominantemente microbiana e, após digestão intestinal e absorção, os derivados de purinas são proporcionalmente recuperados na urina, principalmente na forma de alantoína, mas também como ácido úrico, hipoxantina e xantina.

Puchala & Kulasek (1992), em estudo com ovinos, e Martín-Orúe et al. (2000), em trabalho com novilhas, encontraram que o fluxo de compostos nitrogenados microbianos determinado a partir das bases purinas no duodeno e da excreção dos derivados de purinas na urina, foram similares. Rennó et al. (2000a), em estudo com animais mestiços e zebuínos, comparando os métodos das bases purinas e da excreção de derivados de purinas na urina verificaram, em ambos os grupos genéticos, que a produção microbiana pode

ser estimada pela excreção dos derivados de purinas na urina. Devant et al. (2000), em estudo com novilhas alimentadas com rações contendo 14 e 17% de proteína, verificaram que a produção microbiana estimada pelos derivados de purinas na urina não diferiu entre os tratamentos.

A excreção de derivados de purinas na urina consiste em um método menos invasivo que a fistulação de animais, mas requer coleta total de urina. No entanto, pode ser possível simplificar a coleta de urina sob condições a campo (Chen & Gomes, 1992), já que a excreção de creatinina é relativamente constante em função do peso vivo e pode ser usada como um indicador da produção urinária (Valadares et al., 1997). Dessa forma, por meio da sua utilização, pode-se estimar a excreção dos derivados de purinas sem a coleta total de urina, pela uso de uma única amostra de urina, denominada de amostra *spot* (Valadares et al., 1999).

O pH ruminal pode modificar a atividade microbiana e suas funções no processo digestivo. Segundo Hoover (1986), variações no pH de 6,8 para 6,0 provocam moderada redução na digestibilidade da fibra, ao passo que pH menor que 6,0 resulta em severa redução da síntese de proteína microbiana e na digestibilidade da fibra.

A disponibilidade de nitrogênio é freqüentemente a principal limitação da digestão ruminal de forragens de baixa qualidade, e a concentração de amônia ruminal pode ser utilizada como um índice para monitorar as necessidades de suplementação dietética de nitrogênio (Balcells et al., 1993).

A ótima concentração de amônia ruminal pode ser definida como a que resulta em máxima taxa de fermentação no rúmen ou que permita máxima produção de proteína microbiana por unidade de substrato fermentado, no entanto, essas situações podem não coincidir (Mehrez et al., 1977). Satter & Slyter (1974) estabeleceram que 5 mg N/100 ml de fluido ruminal, seria suficiente para promover taxas máximas de crescimento microbiano *in vitro*. Contudo, o NRC (1985) sugeriu que as exigências de amônia estariam relacionadas à disponibilidade de substratos, à taxa de fermentação e à produção microbiana.

A urease produzida pelas bactérias aderidas à parede do rúmen, hidrolisa a uréia, e a amônia resultante, é utilizada para incorporação no nitrogênio microbiano, sendo a disponibilidade de energia, o principal fator

determinante de sua assimilação (Huntington & Archibeque, 1999). A produção de amônia no rúmen, muitas vezes excede a sua utilização, ocorrendo acúmulo, e posterior remoção do ambiente ruminal, principalmente por difusão através da parede ruminal (Nolan, 1993). Essa amônia é transportada para o fígado, onde é convertida em uréia. Assim, a uréia liberada no sangue é excretada na urina ou é reciclada para o rúmen, retornando via saliva ou através da difusão pelo epitélio ruminal (Coelho da Silva & Leão, 1979; Huntington & Archibeque, 1999).

Preston et al. (1965) relataram uma alta correlação, 0,986; entre ingestão de nitrogênio e concentração de uréia plasmática. A uréia plasmática é eliminada pelos rins, por filtração glomerular e reabsorção tubular por processo passivo, secundário à reabsorção de fluidos (Malnic & Marcondes, 1986). De acordo com Harmeyer & Martens (1980), a quantidade de uréia excretada é afetada por estas funções renais, e alterada principalmente pela sua concentração plasmática. O aumento da excreção de uréia com o aumento da sua concentração plasmática foi verificado, em novilhos, por Rennó et al. (2000b).

Ørskov & Macleod (1982) observaram relativa constância nas excreções basais de compostos nitrogenados e de creatinina, e constataram que, além da excreção de creatinina ser constante, é proporcional ao peso corporal e pouco afetada pelo teor de compostos nitrogenados da dieta. Estes autores sugeriram que a avaliação da excreção endógena de compostos nitrogenados pode ser derivada de determinações da excreção urinária de creatinina.

A excreção de creatinina na urina é mensurada a partir da coleta total de urina, e segundo Susmel et al. (1994) e Valadares et al. (1997), parece não ser afetada pela dieta. Rennó et al. (2000b) concluíram que a excreção diária de creatinina não foi influenciada pela inclusão de concentrado na dieta, e apresentou média de 27,36 mg/kg PV, em quatro experimentos conduzidos com novilhos não castrados mestiços e zebuínos.

Diante do exposto, os objetivos do presente trabalho foram:

- comparar os indicadores fibra em detergente ácido indigestível com o óxido crômico na determinação da digestibilidade aparente total, ruminal, intestinal total e nos intestinos delgado e grosso, da

matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), comparar os métodos tradicional e da autoclave de determinação da FDN e avaliar o efeito da correção da FDN para cinzas e proteína sobre a digestibilidade total da FDN e dos CNF, em dois experimentos.

- determinar o tempo necessário para o período de adaptação às dietas com uréia e avaliar o efeito de quatro níveis de uréia na ração: 0; 0,65; 1,3 e 1,95% na MS, e o efeito de dois níveis de proteína bruta na ração: 12 e 15%, sobre os consumos e digestibilidades aparentes totais e parciais da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN, CNF e consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT), em novilhos de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu.
- avaliar o efeito de quatro níveis de uréia e dois teores de PB da ração, sobre o balanço de compostos nitrogenados e a estimativa da produção de proteína microbiana por meio dos derivados de purinas na urina em novilhos de quatro grupos genéticos.
- avaliar o efeito de quatro níveis de uréia e dos dois teores de PB da ração, sobre o pH e amônia ruminais, concentração plasmática de uréia, excreção fracional de uréia e excreções de uréia e creatinina; e avaliar as perdas urinárias endógenas, por meio da excreção de creatinina em novilhos de quatro grupos genéticos.

Literatura Citada

- ALENCAR, M. M. Cruzamentos para a produção de carne bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE CORTE, 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2000. p. 1.
- BALCELLS, J.; GUADA, J. A.; CASTRILLO, C. et al. Rumen digestion and urinary excretion of purine derivatives in response to urea supplementation of sodium-treated straw fed to sheep. **British Journal of Nutrition**, v.69, p. 721-732, 1993.
- 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. (Occasional publication) INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Bucksburnd, Aberdeen:Rowett Research Institute. 21p. 1992.
- 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, p.2304-2323, 1992.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livrocetes, 1979. 380 p.
- CORRÊA, A. N. S. Análise retrospectiva e tendências da pecuária de corte no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV. 2000. p. 181-206.
- CRUZ SOTO, R. MUHAMMED, S. A.; NEWBOLD, C. J. et al. Influence of peptides, amino acids and urea on microbial activity in the rumen of sheep receiving grass hay and on the growth of rumen bacteria in vitro. **Animal Feed Science Technology**, v.74, p.151-161, 1994.
- DEVANT, M.; FERRET, A.; GASA, J. et al. 2000. 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**, 78:1667-1676.
- FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallingford: CAB International, 1995. 532 p.
- HADDAD, C. M. Uréia em suplementos alimentares. In: 2º SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS – URÉIA PARA RUMINANTES, 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p.119.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1707-1728, 1980.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v. 69, p. 2755-2766, 1986.
- HUNTER, R. A.; SIEBERT, B. D. Utilization of low-quality roughage by *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. 2. The effect of rumen-degradable nitrogen

- and sulphur on voluntary food intake and rumen characteristics. **British Journal of Nutrition**, v. 53, p.649-656, 1985.
- HUNTINGTON, G.B., ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE. 1999, Raleigh. **Proceedings...** Raleigh:ASAS, 1999. p. 01-11.
- ILLIUS, A.W.; JESSOP, N.S. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3052-3062, 1996.
- ÍTAVO, L.C.; SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Indicadores internos para estimativas de produção fecal e digestibilidade de nutrientes em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001a. p. 1028.
- ÍTAVO, L.C.; SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Digestibilidade aparente total e parcial em novinhos Nelore através de indicadores interno ou externo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001b. p. 1039.
- KROPP, J.R.; JOHNSON, R.R.; MALES, J.R. et al. Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: level and source of nitrogen. **Journal of Animal Science**, v.46, p.844-853, 1977.
- MALNIC, G.; MARCONDES, M. **Fisiologia Renal**. 3 ed. São Paulo: EPU, 1986. 409p.
- MARTÍN-ORÚE, S.S.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. et al. Microbial nitrogen production in growing heifers: direct measurement of duodenal flow of purine bases versus urinary excretion of purine derivatives as estimation procedures. **Animal Feed Science Technology**, v.88, p.171-188, 2000.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v. 38, p. 437-443, 1977.
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.188.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C., (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. American Society of Agronomy. NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994. p.450-493.
- MILTON, C.T.; BRANDT Jr, R.T.; TITGEMEYER, E.C. Urea in dry-rolled corn diets: finishing steer performance, nutrient digestion, and microbial protein production. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1415-1424, 1997.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Ruminant nitrogen usage**. Washington D.C. 138p. 1985.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, DC: National Academy, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. National Academic Press. Washinton, D.C. 381p. 2001.
- NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2070-2107, 1988.
- NOLAN, J.V. Nitrogen Kinetics. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. **Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism**.1993. p.123-143.
- ORELLANA BOERO, P.; BALCELLS, J.; MARTÍN-ORÚE, S.M. et al. Excretion of derivatives in cows: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. **Livestock Production Science**, v.68, p.243-250, 2001.
- ØRSKOV, E.R.; MACLEOD, N.A. The determination of the minimal nitrogen excretion in steers and dairy cows and physiological and practical implications. **British Journal of Nutrition**, v. 47, p. 625-636, 1982.
- PAULINO, M.F.; SILVA, H.M.; RUAS, J.R.M. et al. Efeitos de diferentes níveis de uréia sobre o desenvolvimento de novilhas zebus. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.35, p.231-245, 1983.
- PAULINO, M.F. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastagens. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa. **Anais...** Viçosa: CONEZ, 1998. p.173.
- PAULINO, M.F. Misturas múltiplas na nutrição de bovinos de corte a pasto. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1999, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 1999. p.95.
- PEREZ, J.F.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ¹⁵N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenum. **British Journal of Nutrition**, v.75, p.699-709, 1996.
- PRESTON, R.L.; SCHNAKENBERG, D.D.; PFANDER, W.H. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. **Journal of Nutrition**, v.86, p.281-288, 1965.
- PUCHALA, R.; KULASEK, G.W. Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using microbial nucleic acid and excretion of purine derivatives. **Canadian Journal of Animal Science**, v.72, p.821-830, 1992.

- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1223-1234, 2000a.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1235-1243, 2000b.
- 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, p.3551-3561, 1992.
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Estudo comparativo da lignina isolada da palha de milho com outros indicadores em ensaio de digestibilidade aparente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999, p.129.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, p.199-209, 1974.
- SAUVANT, D.; VAN MILGEN, J. Dynamics aspects of carbohydrate and protein breakdown and the associated microbial matter synthesis. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY, 8, Willingen, Waldeck, 1995. **Proceedings...** Stuttgart, Enke, 1995. p.71-94.
- SEIXAS, J.R.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; ARAÚJO, W.A. et al. Desempenho de bovinos confinados alimentados com dietas à base de farelo de algodão, uréia ou amiréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p. 432-438, 1999.
- SHAIN, D.H.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T. J. et al. Effect of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v.76, p.242-248, 1998.
- SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S. et al. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3160-3178, 1993.
- SUSMEL, P.; STEFANON, B.; PLAZZOTTA, E. et al. The effect of energy and protein intake on the excretion of purine derivatives. **Journal of Agricultural Science**, v.123, p.257-266, 1994.
- VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. et al. Eficiência de síntese microbiana em novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços, obtida por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, p. 424-430, 1990.
- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p. 267.

- VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; GONÇALVES, L.C. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1270-1278, 1997.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivates. **Journal of Dairy Science**, v.82,p.2686-2696, 1999.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock Publ. Assoc. Ithaca, 1994. 476p.
- VERBIC, J., CHEN, X.B., MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, p.243-248, 1990.
- WALDO, D.R. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.617-631, 1986.
- WILSON, J.R.; KENNEDY, P.M. Plant and constraints to voluntary feed intake associated with fibre characteristics and particle beakdown and passage in ruminants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.47, p.199-225, 1996.

Digestibilidade Aparente Total e Parcial Utilizando Indicadores Interno ou Externo e Efeito da Correção da Fibra em Detergente Neutro sobre a Digestibilidade Aparente Total de Novilhos em dois Experimentos

RESUMO - Objetivou-se comparar o uso da fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e do óxido crômico (Cr_2O_3) na determinação da digestibilidade total e parcial da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), comparar os métodos tradicional e da autoclave de determinação da FDN e avaliar o efeito da correção da FDN para cinzas e proteína sobre a digestibilidade total da FDN e dos CNF, em dois experimentos. No primeiro, 16 novilhos foram alimentados com 50% de feno de capim Tifton-85 com 3,77% PB e concentrado, essa dieta continha 12% PB, contendo 0; 0,65; 1,3 e 1,95% de uréia na base da MS total. No segundo, 15 novilhos foram submetidos a dietas com dois teores de PB: 12 e 15%, a base de feno de capim Tifton-85 (60%), com 11,13% PB e concentrado. Além da correção da FDN para cinzas e proteína (FDNcp) nos alimentos, esse procedimento foi efetuado nas amostras de sobras e fezes. As digestibilidades totais e parciais da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF não diferiram ($P>0,05$) comparando-se os indicadores, nos estudos. Os teores de FDN das amostras não diferiram ($P>0,05$) entre as metodologias tradicional e da autoclave, assim, as análises de FDN foram feitas por este último método. A digestibilidade total da FDN e dos CNF, comparando-se a utilização da FDN sem correção com a FDNcp nos alimentos, fezes e sobras para ambos estudos, esses parâmetros diferiram entre si ($P<0,05$). Recomenda-se o uso da FDAi como indicador na determinação da digestibilidade. Sugere-se o uso do método da autoclave para determinação da FDN e não corrigir a FDN nos alimentos somente. A correção da FDN para cinzas e proteína subestima a digestibilidade da FDN e superestima a dos CNF, sugerindo que a digestibilidade da FDN seja multiplicada por 1,042 e a dos CNF seja multiplicada por 0,96.

Palavras-chave: digestibilidade, fibra em detergente ácido indigestível, indicadores internos, indicadores externos, óxido crômico

Partial and Total Apparent Digestibility by Internal and External Markers and Effect of Neutral Detergent Fiber Correction on the Total Apparent Digestibility of Steers, in Two Experiments

ABSTRACT - This research was carried out to compare the use of indigestible acid detergent fiber (ADFi) and chromium oxide (Cr_2O_3) to determine the total and partial digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), total carbohydrates (CHO), neutral detergent fiber (NDF) and non fiber carbohydrates (NFC), and to compare two methods (traditional and autoclave) that determine NDF content and evaluate the effect of NDF corrected for ashes and protein on the NDF and NFC total digestibility, in two experiments. In the first experiment, 16 steers were fed diet with 50% Tifton-85 bermudagrass hay with 3.77% CP and concentrate with 12% CP, containing 0, 0.65, 1.3 and 1.95% urea in total DM basis. In the second experiment, 15 steers were fed diets with two CP levels: 12 and 15%, with Tifton-85 bermudagrass hay (60%), with 11.13% CP and concentrate. Besides the NDF correction for ash and protein (NDFap) in the feedstuffs, this methodology was applied in the orts and feces samples. Total and partial digestibility of DM, OM, CP, EE, CHO, NDF and NFC did not differ ($P>0.05$) when the markers were compared in the studies. NDF contents of the samples did not differ ($P>0.05$) among both methodologies (traditional and autoclave), so NDF analyses were performed by the last method. NDF and NFC total digestibility, by comparing NDF without correction and NDFap in the feedstuffs, feces and orts for both studies, showed difference ($P<0.05$). It is recommended to use ADFi as marker to determine the digestibility and also to use the autoclave methodology to determine NDF and not to correct NDF only in the feedstuffs. The NDF correction by ash and protein underestimated NDF digestibility and overestimated NFC digestibility, suggesting that the NDF digestibility could be multiplied by 1.042 and the NFC digestibility could be multiplied by 0.96.

Key Words: digestibility, indigestible acid detergent fiber, internal markers, external markers, chromium oxide.

Introdução

Há muitos anos, as pesquisas na área de nutrição de ruminantes vêm buscando alternativas para avaliar o valor nutricional dos alimentos. A estimativa da digestibilidade é reconhecidamente um parâmetro essencial do valor nutritivo dos alimentos. Todavia, experimentos para determinação de digestibilidade obtidos através da medição direta, realizada por intermédio da coleta total de fezes, são dispendiosos e ainda carecem de adaptação dos animais às gaiolas e às bolsas coletoras. Nesse sentido, os métodos indiretos, por meio do uso de indicadores, têm sido amplamente empregados para estimar a excreção fecal de ruminantes, haja vista a dificuldade e o trabalho despendido para a obtenção direta de estimativas (Valadares Filho, 2000).

A digestibilidade *in vivo* é influenciada por efeitos associativos, nível de consumo, taxa de passagem e interações desses fatores, por isso, freqüentemente, é difícil simular essas condições *in vitro* (Cochran et al., 1986). Nessas condições, os indicadores podem ser extremamente úteis. Segundo Owens & Hanson (1992), um indicador ideal deve apresentar as seguintes características: não deve ser absorvido; não deve afetar ou ser afetado pelo trato digestivo ou sua população microbiana; deve fluir paralelamente ou ser fisicamente similar ou se associar intimamente com o material a ser marcado, e deve ter um método de determinação rápido e preciso; no entanto, esses autores comentam que nenhum indicador preenche todos estes requisitos.

A utilização de indicadores internos, aqueles constituintes da dieta que não apresentam digestibilidade, vem sendo alternativa ao método de coleta total e aos indicadores externos, tais como o óxido crômico (Cr_2O_3), que é o composto inorgânico mais utilizado em estudos de digestão (Valadares Filho, 2000).

O Cr_2O_3 tem sido utilizado, principalmente por apresentar as vantagens de ser barato, facilmente incorporado à dieta e ser analisado com relativa facilidade (Merchen, 1988).

Vários autores têm relatado que o Cr_2O_3 permite estimativas de coeficientes de digestibilidade semelhantes àquela obtida por coleta total de fezes, no entanto, outras pesquisas mostraram resultados insatisfatórios

obtidos com o Cr₂O₃ devido a flutuações cíclicas em sua excreção (Berchielli et al., 1998). Em avaliação da recuperação fecal dos indicadores: cinzas insolúveis em HCl, cinzas insolúveis em detergente ácido e Cr₂O₃, Fontes et al. (1996) relataram que estes não diferiram de 100%.

A recuperação de frações indigestíveis do alimento é a base para os indicadores internos, que são utilizados em estudos de estimativas de digestibilidade, no entanto, tais indicadores exigem longo tempo de incubação (Van Soest, 1994).

A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) são indicadores com potencial de utilização para a estimativa da digestibilidade (Cochran et al., 1986). Esta técnica requer que amostras dos alimentos e das fezes sejam analisadas por algum componente natural indigestível (Moore & Sollenberger, 1997), e são obtidas utilizando incubações das amostras *in situ* ou *in vitro* (Huhtanen et al., 1994).

Segundo Lippke et al. (1986), são necessários 6 dias (144 horas) de incubação para que o desaparecimento da fibra alcance uma assíntota, ou seja, represente a porção indigestível. No experimento realizado por Berchielli et al. (1996), resultados semelhantes foram obtidos quando a incubação foi realizada por 144 horas em comparação à coleta total de fezes.

Os indicadores, FDAi e a lignina em detergente ácido indigestível (LDAi), foram avaliados por Piaggio et al. (1991), que relataram recuperação fecal de 92,9 e 101,9%, respectivamente, entretanto a recuperação da FDAi diferiu de 100%. Os autores atribuíram essa diferença à variação associada ao método *in situ*, e não descartaram a possibilidade do uso da FDAi como indicador interno, porém sugeriram novos esforços para superar as limitações metodológicas.

Ao avaliarem a utilização dos indicadores internos, FDNi, FDAi e matéria seca indigestível (MSi), Detmann et al. (2001) concluíram que a FDNi e MSi constituíram na melhor alternativa para estimar a digestibilidade da dieta e o consumo de matéria seca que a FDAi, que apresentou resultado superior. Os autores relataram que, como as análises foram conduzidas de forma sequencial, sendo a FDAi obtida no último passo do procedimento, pode ter havido erro cumulativo, refletindo em estimativas inexatas de sua concentração. De acordo com Lippke et al. (1986), grande parte da variação

dos resultados encontrados com indicadores internos indigestíveis, pode ser devido à falta de padronização da metodologia utilizada.

Saliba et al. (1999) compararam diversos indicadores internos e externos com o método de coleta total de fezes, e apontaram que a média obtida com a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), foi mais próxima daquela obtida pela coleta total, mostrando ter um grande potencial como indicador, devido ao custo e facilidade metodológica. Ítavo et al. (2001a), quando avaliaram a utilização da FDNi e FDAi para estimar a produção fecal e digestibilidade dos nutrientes em bovinos, relataram que a FDNi subestimou a digestibilidade, e sugeriram a FDAi como indicador para estimar a produção de MS fecal.

Freitas et al. (2001) avaliaram a utilização dos indicadores internos, FDNi e FDAi, tanto obtidos *in vitro* como *in situ*, na estimativa da produção de matéria seca fecal de novilhos, e relataram que a FDAi, obtida por ambas incubações, apresentou resultados coerentes com Cr₂O₃.

Em estudo utilizando os indicadores internos, FDAi, a lignina indigestível (LIGi) e a lignina (LIG) para avaliação da digestibilidade total, ruminal e intestinal da MS em novilhos, Mendes et al. (2001) comentaram que a LIGi e a LIG subestimaram a digestibilidade ruminal e intestinal da MS em relação à FDAi, e concluíram que a FDAi e a LIG apresentaram resultados similares com relação à digestibilidade total da MS.

Os coeficientes de digestibilidade ruminal e intestinais da matéria seca não diferiram entre a FDAi e o Cr₂O₃, sugerindo que o indicador interno pode ser considerado bom para as estimativas das digestibilidades parciais (Ítavo et al., 2001b).

Berchielli et al. (1998) estudaram em bovinos, os fluxos de matéria seca e matéria orgânica no duodeno e sua digestibilidade através de indicadores internos, FDNi e FDAi e externos (Cr₂O₃ e cloreto de itérbio), e observaram que a FDNi e a FDAi foram os que apresentaram menor variação e não diferiram entre si, enquanto os indicadores externos subestimaram os valores de digestibilidade. Segundo Huhtanen et al. (1994), o indicador interno FDNi apresentou menor variação que o Cr₂O₃ na estimativa da digestibilidade ruminal, principalmente da fibra em detergente neutro (FDN), indicando ser um indicador potencial.

Ruminantes requerem volumosos em suas dietas para maximizar a produção e se manterem saudáveis, em virtude da manutenção de ambiente estável no rúmen (Allen, 1997). A fibra é fundamental para manter as condições ótimas de rúmen, pois altera as proporções de ácidos graxos voláteis, estimula a mastigação e mantém o pH em níveis adequados para a atividade microbiana (Mertens, 1992). Por outro lado, a fibra pode ser definida nutricionalmente como a fração indigestível ou lentamente digestível dos alimentos, que ocupa espaço no trato gastrintestinal dos animais (Mertens, 1997) e, dessa forma, limita a ingestão de alimentos. A FDN, por estar relacionada tanto ao efeito de enchimento, quanto à densidade energética do alimento, pode ser utilizada para relacionar os mecanismos de regulação de consumo, em uma mesma escala (Mertens, 1992).

A importância da análise da FDN em estudos de digestibilidade tem sido reconhecida (Pell & Schofield, 1993). A acurácia dos dados de composição de alimentos e requerimentos para FDN e carboidratos não estruturais é comprometida pela ausência de padronização de métodos (National Research Council - NRC, 2001).

A determinação da FDN de uma variedade de forragens pelo método descrito por Van Soest et al. (1991) foi comparada ao método descrito por Pell & Schofield (1993), utilizando-se a autoclave. Não houve diferença entre as metodologias para nenhuma das forragens utilizadas. Segundo esses autores, o método modificado de determinação da FDN ou da autoclave, não foi validado para uso com concentrados.

Os carboidratos não fibrosos são calculados por diferença entre os carboidratos totais e a FDN (NRC, 2001; Hall, 2001), dessa forma, qualquer diferença na determinação da FDN se refletirá no teor desses.

O presente trabalho foi conduzido com os objetivos de comparar os indicadores FDA_i com o Cr₂O₃ para determinar a digestibilidade aparente total, ruminal, intestinal total e nos intestinos delgado e grosso, da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), comparar os métodos tradicional e da autoclave de determinação da FDN e avaliar o efeito da correção da FDN para cinzas e

proteína sobre a digestibilidade total da FDN e dos CNF, em dois experimentos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do Laboratório de Animais e no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas de posição 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste de Greenwich e altitude de 657 m. A temperatura e precipitação pluviométrica médias nos anos de 1996 e 1997 foram de 19,21°C e 1227,45 mm, respectivamente (Universidade Federal de Viçosa - UFV, 1999).

Foram realizados dois experimentos. No primeiro, foram utilizados 16 animais de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu, sendo 4 animais de cada grupo, com peso vivo (PV) médio inicial de 330, 294, 289 e 198 Kg, respectivamente. No segundo, foram utilizados 15 animais, sendo 3, 4, 3 e 5 animais para os respectivos grupos genéticos supracitados.

Os animais foram mantidos em regime de confinamento, alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto revestido de borracha, de 3 x 3 m de área, e dotadas de comedouros de alvenaria e bebedouros individuais.

Os animais foram castrados e posteriormente fistulados no rúmen e abomaso, segundo as técnicas descritas por Leão & Coelho da Silva (1980), sendo que apenas os animais Zebus foram fistulados também no íleo terminal, segundo técnica dos referidos autores.

No experimento 1, os novilhos foram alimentados à base de feno de capim- Tifton 85 (*Cynodon spp*), com 3,77% de proteína bruta (PB) e concentrado, na relação 50:50. As dietas continham em torno de 12% de PB, com níveis de uréia (0; 0,65; 1,3 e 1,95% na MS), e aproximadamente 13, 25, 38 e 46% da PB na forma de compostos nitrogenados não protéicos. Foram

utilizados quatro quadrados latinos (grupos genéticos) 4x4, sendo quatro animais, quatro períodos experimentais e quatro níveis de uréia. No experimento 2, os novilhos foram submetidos a dietas constituídas por feno de capim-Tifton 85, com 11,13% de PB e 40% de concentrado, formuladas para obtenção de dois teores de PB: 12 e 15%. Esse experimento foi montado em um esquema fatorial 2x4, sendo dois níveis de proteína e quatro grupos genéticos, em um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições (animais), em dois períodos experimentais.

Os períodos experimentais, para o primeiro e segundo experimentos, foram de 13 e 10 dias de adaptação à dieta, respectivamente, e 6 dias para as coletas de fezes e digestas de abomaso e íleo.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma única vez ao dia, às 8 horas, sendo as sobras previamente recolhidas e pesadas diariamente durante o período das coletas de fezes e digesta de abomaso e íleo, para determinação do consumo diário. A quantidade de ração fornecida foi calculada de modo a permitir 10% de sobras, ao passo que a água foi fornecida à vontade.

Durante o período de coletas, foram realizadas amostras compostas do feno fornecido; dos concentrados, por tratamento; e das sobras, por animal em cada período. Todas estas amostras foram devidamente armazenadas a -15°C, e posteriormente pré-secas em estufa ventilada a 65°C e moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm e submetidas às análises laboratoriais.

O Cr₂O₃ foi introduzido por intermédio da fístula ruminal, em uma única dose diária de 15 g, durante os últimos 6 dias do período de adaptação e nos dias de coleta de fezes e digestas de abomaso e íleo, sempre às 11 horas.

As amostras de alimentos, sobras, fezes e as digestas de abomaso e íleo, foram incubadas em sacos de ankum (filter bag 57) no rúmen, por um período de 144 horas, segundo adaptação de técnica descrita por Cochran et al. (1986). O material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente ácido, cujo resíduo foi considerado FDAi.

As coletas de fezes e digestas de abomaso e de íleo foram feitas uma vez ao dia, em seis dias consecutivos, com intervalos de 26 horas entre dias, iniciando-se às 8 horas do dia 1 e terminando às 18 horas do dia 6.

As amostras de fezes e de digestas de abomaso e íleo foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, a 65°C por 72 a 96 horas e moídas em moinho com peneira de 1 mm. Finalmente, foi elaborada uma amostra composta por animal em cada período, com base no peso seco de cada subamostra. As amostras compostas foram devidamente acondicionadas em recipientes de vidro e posteriormente submetidas às análises laboratoriais.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total e extrato etéreo (EE) foram realizadas conforme técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002), sendo que a proteína bruta (PB) foi obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado conforme Van Soest et al. (1991). As análises de cromo nas fezes e nas digestas de abomaso e íleo foram realizadas de acordo com técnica proposta por Williams et al. (1962), citados por Silva & Queiroz (2002).

Os carboidratos totais (CHO) foram obtidos por intermédio da equação: $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$, (Sniffen et al. 1992), enquanto os carboidratos não-fibrosos (CNF), obtidos pela diferença entre CHO e FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) nos alimentos.

Os teores de FDN de 19 amostras (feno, concentrado, fezes, sobras, abomaso e íleo) foram determinados conforme duas técnicas, a descrita por Van Soest et al. (1991), método tradicional; e segundo a metodologia de Pell & Schofield (1993), método da autoclave, para efeito comparativo.

Nesta última técnica, foram pesadas aproximadamente 500 mg de amostra seca ao ar e transferida para frascos de vidro de 50 mL e adicionado 25 mL de solução de FDN. Posteriormente os frascos foram tampados com rolha de borracha e lacre de alumínio, tornando-os hermeticamente fechados, e levados para serem fervidos em autoclave, durante 60 minutos, à temperatura de 105°C. Após a fervura na autoclave, o conteúdo residual de cada vidro foi filtrado em cadinho filtrante de porosidade zero, lavado três vezes com água destilada quente, e depois com acetona, para a retirada do excesso de detergente, e então, secos em estufa a 105°C, por uma noite. Em seguida os resíduos foram pesados, e então, utilizando esse material, procedeu-se a determinação de cinzas e de PB, conforme Silva & Queiroz (2002).

Além da determinação da FDN_{cp} nos alimentos, esse procedimento foi efetuado também, para efeito comparativo nas amostras de sobras e fezes, em cálculo de determinação da digestibilidade total da FDN e CNF.

Para comparação das variáveis estudadas, foi utilizado o teste t, em nível de 5% de probabilidade. Os resultados foram interpretados estatisticamente, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 podem ser visualizadas as médias para os coeficientes de digestibilidade aparente total da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN, CNF obtidos com os indicadores FDAi e Cr₂O₃, nos experimentos com níveis de uréia (1) e níveis de PB (2) na ração. Observa-se que os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF não diferiram ($P>0,05$), comparando-se os dois indicadores utilizados para cada experimento. Segundo Berchielli et al. (2000), a digestibilidade da MS, PB, EE e FDN, determinada por indicadores internos (FDN, FDA e lignina) incubados *in vitro* por 144 horas, não diferiu da determinada pela coleta total, reproduzindo realmente a fração do indicador. Freitas et al. (2001), avaliando a utilização de indicadores na estimativa da produção de MS fecal, relataram que a FDAi e o Cr₂O₃ apresentaram resultados semelhantes, no entanto, Saliba et al. (1999) descreveram que o Cr₂O₃ subestimou a produção fecal quando comparada à coleta total. Zeoula et al. (2001) relataram que a cinza insolúvel em detergente ácido e a FDAi subestimaram a digestibilidade aparente da MS, quando comparados à coleta total de fezes. Por outro lado, Ítavo et al. (2001b) verificaram que as médias para a digestibilidade total da MS obtidas pelo Cr₂O₃ foram menores que as estimadas pela FDAi.

São apresentadas na Tabela 2, as médias para os coeficientes de digestibilidade ruminal e intestinal da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF obtidas com os dois indicadores, em ambos experimentos. Os coeficientes de digestibilidade ruminal e intestinal da MS, MO, e dos nutrientes não diferiram

estatisticamente ($P>0,05$) comparando-se os indicadores utilizados em ambos experimentos. Esse estudo encontrou digestibilidades ruminais médias, e, conseqüentemente, intestinais, muito próximas entre si, por meio dos dois indicadores avaliados, em ambos experimentos. Ressalta-se a digestão da MS de 74,22 e 73,71%, para o experimento 1 e 72,99 e 72,94, para o experimento 2, respectivamente, para o indicador FDAi e Cr_2O_3 .

Tabela 1 – Médias para os coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) obtidas com fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e óxido crômico (Cr_2O_3) e em dois experimentos: níveis de uréia (1) e níveis de proteína bruta (2) na ração.

Variáveis	Experimento 1		P	Experimento 2		P
	Indicador			Indicador		
	FDAi	Cr_2O_3		FDAi	Cr_2O_3	
MS	70,55	69,50	ns	73,44	74,43	ns
MO	72,12	71,12	ns	74,55	75,50	ns
PB	75,10	74,25	ns	73,03	74,04	ns
EE	82,99	82,46	ns	82,26	83,01	ns
CHO	71,37	70,35	ns	74,58	75,52	ns
FDN	52,42	50,67	ns	65,36	66,62	ns
CNF	89,05	88,70	ns	86,84	87,33	ns

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

P Probabilidade.

Ítavo et al. (2001b) também relataram não haver diferenças entre a FDAi e Cr_2O_3 na estimativa da digestibilidade ruminal da MS, e sugeriram que a FDAi pode ser utilizada para se estimar as digestibilidades aparentes parciais. No entanto, Freitas et al. (2001) verificaram que o Cr_2O_3 superestimou o fluxo de MS duodenal em relação aos indicadores internos utilizados, FDNi e FDAi, que não diferiram entre si. Berchielli et al. (1998), ao determinarem os fluxos de MS e MO no duodeno e sua digestibilidade através de indicadores internos, FDNi e FDAi e externos (Cr_2O_3 e cloreto de itérbio), relataram que a FDNi e a FDAi foram os que apresentaram menor variação e não diferiram entre si, enquanto

os indicadores externos superestimaram o fluxo de MS duodenal e, conseqüentemente, subestimaram os valores de digestibilidade.

Tabela 2 - Médias para os coeficientes de digestibilidade ruminal e intestinal total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) obtidas com fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e óxido crômico (Cr₂O₃) e em dois experimentos: níveis de uréia (1) e níveis de proteína bruta (2) na ração.

Variáveis	Experimento 1		P	Experimento 2		P
	Indicador			Indicador		
	FDAi	Cr ₂ O ₃		FDAi	Cr ₂ O ₃	
Digestibilidade ruminal						
MS ¹	74,22	73,71	ns	72,99	72,94	ns
MO ¹	79,95	79,58	ns	78,67	78,51	ns
PB ²	34,93	33,71	ns	33,03	33,87	ns
EE ²	-2,14	-5,11	ns	0,70	2,01	ns
CHO ¹	88,14	87,93	ns	86,79	86,46	ns
FDN ¹	92,36	92,43	ns	95,10	94,11	ns
CNF ¹	85,34	84,98	ns	77,78	78,01	ns
Digestibilidade intestinal total						
MS ¹	25,78	26,29	ns	27,01	27,06	ns
MO ¹	20,05	20,42	ns	21,33	21,49	ns
PB ²	60,41	60,04	ns	59,35	60,31	ns
EE ²	83,21	83,09	ns	81,94	82,42	ns
CHO ¹	11,86	12,07	ns	13,21	13,54	ns
FDN ¹	7,64	7,57	ns	4,90	5,89	ns
CNF ¹	14,66	15,02	ns	22,22	21,99	ns

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

P Probabilidade.

¹ Digestibilidade calculada em % do total digestível.

² Digestibilidade expressa em % da quantidade que chegou a cada local.

A partição da digestão da FDN entre o rúmen e pós rúmen pode ser utilizada como uma indicação de disfunção do indicador. Quando o fluxo total da digesta para o duodeno é superestimado, a digestão ruminal da FDN pode ser subestimada e, de forma errônea, grande proporção da FDN será digerida no intestino (Titgemeyer, 1997). Os valores médios encontrados nos dois experimentos para as digestibilidades ruminais da FDN de 93,73 e 93,27,

respectivamente, para FDAi e Cr₂O₃ foram esperados, em virtude da FDN ser preferencialmente utilizada no rúmen. Dessa forma pode-se inferir que ambos os indicadores estimaram de forma correta os fluxos de MS no abomaso. Valadares et al. (1997), trabalhando com níveis crescentes de PB na dieta de novilhos, com 45% de concentrado, relataram digestibilidade ruminal média de 94% para FDN.

São apresentadas na Tabela 3, as médias para os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF nos intestinos delgado e grosso obtidas com FDAi e Cr₂O₃, nos experimentos com níveis de uréia (1) e níveis de PB (2) na ração, para os animais Zebu. Pode ser verificado que, para todas as digestibilidades avaliadas, para os dois experimentos, não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre os indicadores FDAi e Cr₂O₃, sugerindo que, assim como para a estimativa da digestão ruminal, as digestibilidades no intestino delgado e grosso podem ser estimadas pela utilização da FDAi, devido ser um indicador que apresenta menor custo e maior facilidade metodológica (Saliba et al., 1999).

Os coeficientes de digestibilidade da MS no intestino delgado apresentaram médias de 19,71 e 21,90%, respectivamente, para os experimentos 1 e 2; e a digestão média da MS no intestino grosso foi de 9,25 e 8,87%, respectivamente, para os experimentos 1 e 2. Ítavo et al. (2001b), em estudo com animais Nelore, submetidos a níveis crescentes de concentrado na ração, descreveram que as estimativas da digestibilidade da MS nos intestinos delgado e grosso não diferiram pela utilização da FDAi e Cr₂O₃.

Pelos coeficientes de digestibilidade médios da FDN no intestino delgado de -0,41 e 0,12, para a FDAi e o Cr₂O₃, respectivamente, nos dois experimentos, pode-se inferir que ambos os indicadores estimaram de forma correta os fluxos de MS no íleo terminal, uma vez que a FDN praticamente não é digerida neste local.

Os teores de FDN das amostras não diferiram ($P>0,05$) entre as duas metodologias usadas, apresentando médias de 44,16 e 43,33% de FDN, respectivamente, para as metodologias tradicional (Van Soest et al., 1991) e da autoclave (Pell & Schofield, 1993). Dessa forma, as análises de FDN de todas as amostras, para ambos os experimentos, foram realizadas por este último método, que consiste em metodologia que confere maior rapidez na

determinação da FDN. Pell & Schofield (1993), comparando a determinação da FDN, por meio do método tradicional e da autoclave, em várias forragens, relataram que a metodologia não influenciou os teores de FDN dessas amostras e ressaltaram que essa metodologia necessitava de validação para amostras que continham concentrado. Vale salientar que nesse estudo, além de amostras de feno, foram utilizadas amostras de concentrado, fezes, sobras, abomaso e íleo na comparação entre as duas metodologias.

Tabela 3 - Médias para os coeficientes de digestibilidade no intestino delgado e grosso da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) obtidas com fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e óxido crômico (Cr₂O₃) e em dois experimentos: níveis de uréia (1) e níveis de proteína bruta (2) na ração, para o grupo genético zebu.

Variáveis	Experimento 1		P	Experimento 2		P
	Indicador			Indicador		
	FDAi	Cr ₂ O ₃		FDAi	Cr ₂ O ₃	
Digestibilidade no intestino delgado						
MS ¹	19,78	19,63	ns	21,54	22,25	ns
MO ¹	15,71	15,51	ns	17,11	17,75	ns
PB ²	60,21	59,55	ns	57,71	58,51	ns
EE ²	85,31	85,03	ns	81,99	82,40	ns
CHO ¹	6,39	5,82	ns	7,39	8,29	ns
FDN ¹	4,13	3,41	ns	-4,94	-3,17	ns
CNF ¹	7,03	7,02	ns	21,88	21,93	ns
Digestibilidade no intestino grosso						
MS ¹	8,95	9,54	ns	9,46	8,28	ns
MO ¹	5,48	5,86	ns	6,14	5,19	ns
PB ²	7,84	8,35	ns	2,70	1,31	ns
EE ²	-5,22	-5,89	ns	-8,76	-10,35	ns
CHO ¹	6,05	6,50	ns	7,13	6,13	ns
FDN ¹	5,76	5,81	ns	7,04	5,64	ns
CNF ¹	8,99	9,22	ns	7,91	7,26	ns

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

P Probabilidade.

¹ Digestibilidade calculada em % do total digestível.

² Digestibilidade expressa em % da quantidade que chegou a cada local.

São apresentadas na Tabela 4, as médias para as digestibilidades aparentes totais da FDN determinadas com FDN sem correção, FDNcp nos alimentos (FDNcp¹) e, nos alimentos, fezes e sobras (FDNcp²), em dois experimentos: níveis de uréia (1) e níveis de PB (2) na ração e agrupadas, para o indicador FDAi.

A digestibilidade aparente total da FDN calculada quando se utilizou a FDN sem correção e a FDNcp nos alimentos no experimento 1 e nos dois estudos agrupados, não diferiram entre si ($P>0,05$), no entanto, para o experimento 2, essas digestibilidades apresentaram diferença ($P<0,05$). Esse fato pode ser devido ao menor número de observações para esse estudo. Vale salientar que ao se avaliar os dois estudos em conjunto, a correção da FDN para cinzas e proteína não interferiu na determinação da digestibilidade total da FDN, mostrando que essa correção apenas nos alimentos parece não ser necessária.

Quando se comparou a digestão total da FDN utilizando-se a FDN sem correção com a FDNcp nos alimentos, fezes e sobras, observou-se que para cada experimento e para os dois juntos, esse parâmetro diferiu ($P<0,05$), revelando que a correção nas fezes e sobras interferiram no valor da digestibilidade total da FDN. Para o experimento 1, a digestão da FDN aumentou 5,24% quando se utilizou a FDNcp nas sobras e fezes, para o experimento 2, esse aumento foi de 2,48%, e para os dois em conjunto, 4,23%. Esses dados mostram que a digestão da FDN é subestimada quando não se utiliza a correção para cinzas e proteína.

Ao se comparar a digestibilidade total da FDN determinada pela FDNcp nos alimentos e FDNcp nos alimentos, fezes e sobras, nos dois experimentos avaliados e quando agrupados, observou-se que esta foi influenciada ($P<0,05$) pela correção da FDN nas sobras e fezes. Pode ser observado, que para o experimento 1, a digestibilidade da FDN aumentou 8,37% quando se utilizou a FDNcp nas sobras e fezes, e que para o experimento 2, esse aumento foi de 5,0%. Dessa forma, a digestão da FDN é subestimada se não for usada a FDNcp nas sobras e fezes. Esses resultados permitem inferir, que a magnitude do aumento verificado na digestibilidade da FDN, quando da eliminação da correção para cinzas e proteína, não foi o mesmo nos dois experimentos

avaliados, possivelmente em função da qualidade da forragem. Ao avaliar os dois experimentos em conjunto, foi verificado um aumento de 7,14%, valor intermediário aos descritos para cada estudo, para a digestibilidade da FDN utilizando-se a FDNcp nas sobras e fezes. Ressalta-se que a diferença para a determinação da digestão total FDN foi superior quando se compara a FDNcp nos alimentos com a FDNcp nos alimentos, fezes e sobras, do que quando se compara a FDN sem correção e a FDNcp nos alimentos, fezes e sobras.

Tabela 4 – Médias obtidas para as digestibilidades aparentes totais da fibra em detergente neutro (FDN) determinadas com FDN (sem correção), FDN_{CP}¹(corrigida para cinzas e proteína) e FDN_{CP}² em dois experimentos: níveis de uréia (1) e níveis de proteína bruta (2) na ração e agrupadas, para o indicador fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

Experimento	n	Digestibilidade da FDN					
		Sem correção	Com correção		Sem correção x FDNcp ¹	Sem correção x FDNcp ²	FDNcp ¹ x FDNcp ²
			FDNcp ¹	FDNcp ²			
1	64	53,98	52,42	56,81	ns	*	*
2	30	66,97	65,36	68,63	*	*	*
Agrupados	94	58,13	56,55	60,59	ns	*	*

^{ns} e * Não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. n = número de observações.

¹ Corrigida nos alimentos.

² Corrigida nos alimentos, fezes e sobras.

Na Tabela 5 são apresentadas as médias para as digestibilidades aparentes totais dos CNF determinadas com FDN sem correção, FDNcp nos alimentos (FDNcp¹) e, nos alimentos, fezes e sobras (FDNcp²), em dois experimentos: níveis de uréia (1) e níveis de PB (2) na ração e agrupadas, para o indicador FDAi.

A digestibilidade aparente total dos CNF calculada quando se utilizou a FDN sem correção e a FDNcp nos alimentos nos experimentos e nos dois em

conjunto, não diferiram entre si ($P>0,05$). Esse fato é em consequência do mesmo comportamento verificado para a digestão total da FDN.

Ao se comparar a determinação da digestão total dos CNF utilizando-se a FDN sem correção com a FDN_{cp} nos alimentos, fezes e sobras, pode ser observado que essas digestibilidades diferiram entre si ($P<0,05$), assim como o verificado para as digestões da FDN, reforçando que a correção para cinzas e proteína nas fezes e sobras interferem na determinação da digestibilidade, tanto da FDN como dos CNF. Para ambos os experimentos a digestão dos CNF foi superestimada em 4,09%.

Tabela 5 – Médias obtidas para as digestibilidades aparentes totais dos carboidratos não fibrosos (CNF) determinadas com FDN (sem correção), FDN_{CP}¹(corrigida para cinzas e proteína) e FDN_{CP}² em dois experimentos: níveis de uréia (1) e níveis de proteína bruta (2) na ração e agrupadas, para o indicador fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

Experimento	n	Digestibilidade dos CNF					
		Sem correção	Com correção		Sem correção x FDN _{cp} ¹	Sem correção x FDN _{cp} ²	FDN _{cp} ¹ x FDN _{cp} ²
			FDN _{cp} ¹	FDN _{cp} ²			
1	64	88,69	89,05	85,25	ns	*	*
2	30	85,85	86,84	82,37	ns	*	*
Agrupados	94	87,78	88,34	84,33	ns	*	*

^{ns} e * Não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.
n = número de observações.

¹ Corrigida nos alimentos.

² Corrigida nos alimentos, fezes e sobras.

Quando se comparou a digestibilidade aparente total dos CNF determinada pela FDN_{cp} nos alimentos e FDN_{cp} nos alimentos, fezes e sobras, nos dois experimentos avaliados e quando agrupados, observou-se que esse parâmetro foi influenciado ($P<0,05$) pela correção da FDN nas sobras e fezes, e apresentou redução na digestibilidade de 4,46, 5,43 e 4,76%, respectivamente, para os experimentos 1, 2 e ambos agrupados. Esse

comportamento foi inverso ao da digestão da FDN, resultado já esperado, já que a quantidade dos CNF são determinadas a partir do teor de FDN.

Em média, considerando os dois experimentos, a digestibilidade da FDN foi subestimada, e a dos CNF superestimada em 4,0%, comparando-se a utilização da FDN sem correção com a FDNcp nos alimentos, fezes e sobras. Efetuando-se a comparação do uso da FDNcp nos alimentos com a FDNcp nos alimentos, fezes e sobras, os dois estudos mostraram que a digestibilidade da FDN foi subestimada em 7,0% e a dos CNF superestimada em 5,0%.

Conclusões

Recomenda-se a utilização da FDAi como indicador na determinação da digestibilidade aparente total e parcial.

Sugere-se o uso do método da autoclave para determinação da FDN.

Recomenda-se não corrigir a FDN nos alimentos somente.

A correção da FDN para cinzas e proteína subestima a digestibilidade da FDN e superestima a dos CNF, sugerindo que a digestibilidade da FDN seja multiplicada por 1,042 e a dos CNF seja multiplicada por 0,96.

Literatura Citada

- ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1447-1462, 1997.
- BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.830-833, 2000.
- BERCHIELLI, T.T.; MAURO, F.R.C.; FURLAN, C.L. et al. Avaliação de indicadores internos para a determinação da digestibilidade da matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 44.
- BERCHIELLI, T.T.; RODRIGUEZ, N.M.; OSÓRIO NETO, E. et al. Comparação de marcadores de fase sólida para medir fluxo de matéria seca e matéria orgânica no duodeno. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.50, p.147-152, 1998.

- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços suplementados a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1600-1609, 2001.
- FONTES, C.A.A; OLIVEIRA, M.A.T.; LANA, R.P. et al. Avaliação de indicadores na determinação da digestibilidade em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, p.529-539, 1996.
- FREITAS, D.; BERCHIELLI, T.T.; SILVEIRA, R.N. et al. Produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca estimados através de indicadores. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1114.
- HALL, B.H. Recent advanced in non-NDF carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: 2º SINLEITE - BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 161-178.
- HUHTANEN, P.; KAUSTELL, K.; JAAKKOLA, S. The use of internal markers to predict total digestibility and duodenal flow of nutrients in cattle given six different diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, p.211-227, 1994.
- ÍTAVO, L.C.; SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Digestibilidade aparente total e parcial em novilhos Nelore através de indicadores interno ou externo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001b. p. 1039.
- ÍTAVO, L.C.; SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Indicadores internos para estimativas de produção fecal e digestibilidade de nutrientes em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001a. p. 1028.
- LEÃO, M.I.; COELHO DA SILVA, J.F. Técnicas de fistulação de abomaso em bezerros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17, 1980, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1980. p.37.
- LIPPKE, H.; ELLIS, W.C.; JACOBS, B.F. Recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diets. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.403-412, 1986.
- MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Comparação de três indicadores internos na estimativa da digestibilidade parcial e total em novilhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1222.

- MERCHEN, N.R. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1988. p.172-201.
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.188.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1463-1481, 1997.
- MOORE, J.E.; SOLLEMBERGER, L.E. Techniques to predict pasture intake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL SOB PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p.81.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. National Academic Press. Washinton, D.C. 381p. 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, p.2605-2617, 1992.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1063-1073, 1993.
- PIAGGIO, L.M.; PRATES, E.R.; PIRES, F.F. Avaliação das cinzas insolúveis em ácido, fibra em detergente ácido indigestível e lignina em detergente ácido indigestível como indicadores internos da digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, p.306-312, 1991.
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Estudo comparativo da lignina isolada da palha de milho com outros indicadores em ensaio de digestibilidade aparente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999, p.129.
- SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C.. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- TITGEMEYER, E.C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2235-2247, 1997.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. **Estação Meteorológica**. Viçosa, MG, UFV, 1999, n.p.

- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – SAEG. **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG, 1995. (Apostila).
- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p. 267.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1252-1258, 1997.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock Publ. Assoc. Ithaca, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- ZEOULA, L.M.; DIAN, P.H.M.; CALDAS NETO, S.F. et al. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade para ruminantes In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1122.

Níveis de Uréia na Ração de Novilhos de Quatro Grupos Genéticos: Consumo e Digestibilidades Totais

RESUMO - Objetivou-se determinar o tempo necessário para a adaptação às dietas e avaliar o efeito de quatro níveis de uréia na ração: 0; 0,65; 1,3 e 1,95% na MS, sobre os consumos e digestibilidades aparentes totais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT), em novilhos Holandeses, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu. Os animais foram distribuídos em quatro quadrados latinos (grupos genéticos) 4x4, sendo quatro animais, quatro períodos experimentais e quatro tratamentos (rações). Foram alimentados com 50% de feno de capim tifton-85 e concentrado; essa dieta continha 12% PB, com níveis crescentes de uréia. O primeiro período experimental teve a duração de 19 dias, sendo 13 dias de adaptação à dieta e 6 dias para as coletas de fezes. Através da avaliação do consumo de MS diário no período de adaptação, avaliou-se a possibilidade de redução na adaptação às dietas nos períodos subsequentes. A fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) foi usada como indicador do fluxo de matéria seca fecal. Como as médias para o consumo de MS, para cada nível de uréia utilizado, desde o 1º até o 12º dia do período de adaptação, não diferiram ($P>0,05$) da média padrão (do 13º dia), o período de adaptação às dietas dos períodos experimentais subsequentes foi reduzido para 10 dias. Recomenda-se redução no período de adaptação para 7 dias, o que resulta em economia de tempo e gasto com alimentação. O consumo, em Kg/dia, foi maior para os animais Holandeses, seguido pelos mestiços e Zebu. Houve interação entre os grupos genéticos e os níveis de uréia na ração para o consumo de MS em %PV. A digestibilidade total da MS não foi influenciada pelos grupos genéticos nem pelos níveis de uréia nas rações.

Palavras-chave: consumo, digestibilidade, grupos genéticos, novilhos, uréia

Urea Levels in Diet for Steers of Four Genetic Groups: Intake and Total Digestibility

ABSTRACT - This research was carried out to determine the time necessary to animals to adapt to the diets and to evaluate the effect of four dietary urea levels: 0, 0.65, 1.3, and 1.95% in MS, on the intake and total apparent digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), total carbohydrates (CHO), neutral detergent fiber (NDF), non fiber carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients intake (TDN), in Holstein steers, ½ Holstein-Guzera, ½ Holstein-Gir and Zebu. The animals were assigned to four 4x4 latin squares (genetic groups), being four animals, four experimental periods and four treatments (rations). The animals were fed diets with 50% tifton-85 bermudagrass hay and concentrate; these diets were composed of 12% CP, with increasing urea levels. The first experimental period lasted 19 days, 13 days for adaptation and 6 days for feces collection. The possibility of reducing the time necessary to adapt to the diets in the subsequent periods was evaluated by the evaluation of daily DM intake in the adaptation period. The indigestible acid detergent fiber (FDAi) was used as marker of fecal dry matter flow. The time necessary to adapt to the diets of the subsequent experimental periods was reduced by 10 days, because the means for the DM intake, for each used urea level, from 1st to 12th day of adaptation period did not differ ($P>.05$) from the standard mean (13th day). It is recommended reduction on the adaptation period by 7 days, that results in economy of time and feeding costs. The intake, in kg/day, was higher for Holstein animals, followed by the crossbred and Zebu. There was interaction among the genetic groups and the dietary urea levels for DM intake in %LW. Total DM digestibility was affected nor by the genetic groups, neither by the dietary urea levels.

Key Words: intake, digestibility, genetic groups, steers, urea

Introdução

A alimentação responde pela maior parcela dos custos de produção da carne bovina, e a proteína constitui a fração das rações que possui custo relativo mais elevado que os demais nutrientes (Velloso, 1984). Nesse sentido, a utilização da uréia como fonte de nitrogênio tem sido vantajosa em rações para ruminantes, quer seja, pela disponibilidade, concentração de nitrogênio e, principalmente, pelo baixo custo unitário de nitrogênio (Paulino et al., 1982), e por não causar decréscimo na produtividade ou aparecimento de problemas de saúde para os animais (Huber, 1984).

A disponibilidade de um grande número de raças de bovinos, biologicamente diferentes, pode ser usada no sentido de adequar tipo de animal e ambiente, para aumentar a produtividade nos sistemas de produção. Assim, o cruzamento entre raças tem muito a contribuir, e é frequentemente utilizado para combinar características desejáveis de duas ou mais raças, como obter vantagens da heterose e complementariedade entre raças (Alencar, 2000).

De acordo com Josahkian (1999), 80% do rebanho bovino brasileiro tem genes de raças de origem zebuína (*Bos indicus*), seja na forma de animais puros ou através de cruzamentos. Percebe-se, assim, que estudos que apontem possíveis diferenças quanto à eficiência na utilização dos nutrientes entre os grupos genéticos de bovinos, assumem relevância, quando busca-se a implementação de sistemas eficientes de produção.

A ingestão de matéria seca (MS) é o fator mais importante dentro da nutrição, pois estabelece as quantidades de nutrientes disponíveis para saúde e produção animal (National Research Council - NRC, 2001). As estimativas de consumo em bovinos de corte são vitais para a predição do ganho de peso, assim como para o estabelecimento dos requerimentos nutricionais dos animais, necessários à formulação das dietas (NRC, 1996).

Conrad et al. (1964) relataram que o controle do consumo de alimentos é explicado por dois mecanismos: o físico e o fisiológico. Por outro lado, Mertens (1994) acrescentou que a ingestão de MS também é controlada por fatores psicogênicos. Para este autor, o mecanismo físico se refere à distensão física do rúmen-retículo, o fisiológico é regulado pelo balanço energético e a

regulação psicogênica envolve a resposta comportamental do animal, frente a fatores inibidores ou estimuladores no alimento, ou no manejo alimentar, que não está relacionado ao valor energético do alimento, nem ao efeito de enchimento.

Fisicamente, o consumo voluntário de matéria seca pode ser limitado nos ruminantes ingerindo dietas a base de forragem, devido ao fluxo restrito da digesta, resultando na distensão de um ou mais segmentos do tubo digestivo o que implica na redução do consumo (Allen, 1997). A limitação por enchimento pode estar correlacionada com o nível de fibra em detergente neutro (FDN) da ração, e conforme sugerido por Mertens (1992), o valor de consumo acima de 1,2% do peso vivo em FDN, estaria relacionado como nível de consumo regulado por mecanismos físicos.

Parte da variação na capacidade dos ruminantes de consumir alimentos, tem base genética, entretanto, a magnitude de sua influência é difícil de estabelecer. Ao se comparar as informações da literatura referentes a consumo voluntário em diferentes grupos genéticos, muitas vezes é variável, devido a diferenças nas condições experimentais, como dieta e clima, e informações insuficientes sobre características do animal, como peso vivo, proporção do trato gastrointestinal (Weston, 1982).

Em estudo com animais Zebu, $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ Holandês-Zebu e Holandês, Gonçalves (1988) verificou que os Holandeses apresentaram maior consumo; os mestiços, intermediário, e os Zebus, menor consumo. Oliveira et al. (1991), estudando o consumo de animais de três grupos genéticos, dentre eles, Nelore, $\frac{1}{2}$ sangue Nelore-Marchigiana (NM) e Nelore-Limousin (NL), alimentados com dois níveis de concentrado (30 e 50%), verificaram menor consumo de MS por parte dos animais Nelore, em Kg por dia, do que para os dois grupos mestiços, e isso foi atribuído ao seu menor porte em relação a esses animais. Quando o consumo foi expresso em relação ao peso metabólico, os animais NM apresentaram maior consumo que os Nelore e NL, que não diferiram entre si.

Alves (2001) relatou diferenças para o consumo de MS, expresso em Kg/dia e em % do peso vivo (PV), em animais cruzados Holandês-Gir, Holandês-Guzerá e Indubrasil, na fase de recria (PV inicial médio de 257 Kg), e verificou maior consumo de MS (Kg/dia) para os animais Holandês-Guzerá,

23,90 e 22,33% superior aos consumos dos Holandês-Gir e Indubrasil, respectivamente. Na fase de terminação (PV inicial médio de 292 Kg), houve a mesma tendência de maior consumo para os animais Holandês-Guzerá.

Foi avaliado o efeito da substituição do farelo de soja (0, 50 e 100%) por uréia sobre o consumo de MS em bovinos F₁ Pardo-Suíço x Nelore em confinamento, alimentados com silagens de milho ou sorgo à vontade e concentrado na proporção de 0,72% PV (Feijó et al., 1997). O consumo de MS tendeu a ser menor à medida que o farelo de soja foi substituído pela uréia (10,38; 10,15 e 10,00 Kg/dia), respectivamente, para 0, 50 e 100% de uréia em substituição ao farelo de soja. Entretanto, Magalhães et al. (2002), em estudo conduzido com bovinos com grau de sangue variando de ½ Holandês-Zebu até Holandês puro por cruza, com 0; 0,65; 1,3 e 1,95% de uréia na MS, onde no último tratamento, a uréia substituiu 100% o farelo de soja, com 65% de volumoso, relataram que o consumo de MS não foi afetado pela inclusão de uréia no concentrado, observando-se consumo médio de 2,55% PV.

Além do conhecimento da composição bromatológica e da ingestão de alimentos, é importante o conhecimento da utilização dos nutrientes pelo animal, o qual é obtido por meio de estudos de digestão. Segundo Van Soest (1994), digestão pode ser definida como o processo de conversão de macromoléculas da dieta em compostos mais simples, que podem ser absorvidos no trato gastrintestinal dos animais, e medidas de digestibilidade dos nutrientes servem para qualificar os alimentos quanto ao seu valor nutritivo.

Hennessy et al. (1995) avaliaram o efeito da suplementação protéica, contendo uréia, caseína e farelo de algodão em dietas com feno de baixa qualidade, em animais *Bos taurus*, *Bos indicus* e cruzados, e relataram que não houve diferença entre as dietas ou entre os grupos genéticos na digestibilidade da MS.

Em estudo com animais ½ Holandês-Zebu, ½ Caracu-Zebu e Nelore, alimentados com 50% de silagem pré-seca de capim *Coastcross*, Fernandes (2001) afirmou que os coeficientes de digestibilidade total da MS e dos nutrientes não foram influenciados pelos grupos genéticos.

Andrade (1992) avaliou a digestibilidade total da MS em animais Holandeses, ½ e ¾ Holandês-Zebu e Neloques, alimentados com rações contendo três diferentes volumosos (feno de capim-gordura, silagem de milho e

silagem de capim-elefante) e dois níveis de concentrado (20 e 60%), e relatou que houve interação entre os grupos genéticos e as dietas (volumosos e níveis de concentrado), mostrando que os diferentes grupos genéticos se comportam de maneira distinta frente a diferenças dietéticas. Esse autor concluiu que os animais zebuínos apresentaram o maior coeficiente de digestibilidade, possivelmente explicado pelo menor consumo. Os mestiços se situaram em condição intermediária, e os taurinos mostraram a menor digestibilidade total da MS.

Faria & Huber (1984) conduziram um ensaio com novilhos Holandeses que receberam dietas com silagem de milho, mais 0,34% de uréia ou 0,68% de uréia, correspondendo a 8,1; 11,3 e 13,3% PB na ração, respectivamente, e relataram que não houve diferença para os coeficientes de digestibilidade da MS, que foram em média 61%.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar o tempo necessário para a adaptação às dietas e avaliar o efeito de quatro níveis de uréia na ração: 0; 0,65; 1,3 e 1,95% na MS, sobre os consumos e digestibilidades aparentes totais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT), em novilhos Holandeses, $\frac{1}{2}$ sangue Holandês-Guzerá, $\frac{1}{2}$ sangue Holandês-Gir e Zebu.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do Laboratório de Animais e no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Foram utilizados 16 animais, castrados, de quatro grupos genéticos: Holandês, $\frac{1}{2}$ sangue Holandês-Guzerá ($\frac{1}{2}$ Hol-Guz), $\frac{1}{2}$ sangue Holandês-Gir ($\frac{1}{2}$ Hol-Gir) e Zebu, sendo 4 animais de cada grupo, com peso vivo (PV) médio inicial de 330, 294, 289 e 198 Kg, respectivamente, mantidos em regime de

confinamento, alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto revestido de borracha, de 3 x 3 m de área, e dotadas de comedouros de alvenaria e bebedouros individuais. Os animais foram distribuídos em quatro quadrados latinos (grupos genéticos) 4x4, sendo quatro animais, quatro períodos experimentais e quatro tratamentos (rações).

Os novilhos foram alimentados à base de feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp*), e concentrado, na relação 50:50. As rações continham em torno de 12% de PB, com níveis crescentes de uréia (0; 0,65; 1,3 e 1,95% na MS), e com 12,70; 24,96; 37,51 e 45,95% da PB na forma de compostos nitrogenados não protéicos. As rações foram formuladas de acordo com o NRC (1996).

As proporções dos ingredientes dos concentrados são apresentadas na Tabela 1; a composição bromatológica dos concentrados e do feno, na Tabela 2; e a composição das rações, na Tabela 3.

Tabela 1 – Proporções dos ingredientes nos concentrados, expressas na base da matéria seca (%), em função dos níveis de uréia na ração.

Ingredientes	Níveis de uréia			
	0	0,65	1,3	1,95
Fubá de milho	67,65	74,60	82,50	90,32
Farelo de soja	30,25	21,80	12,50	3,25
Uréia	0	1,31	2,62	3,93
Sulfato de amônia	0	0,13	0,26	0,39
Cloreto de sódio	0,50	0,50	0,50	0,50
Fosfato bicálcico	0,50	0,50	0,50	0,50
Calcáreo	1,12	1,13	1,13	1,13
Microminerais ¹	0,05	0,05	0,05	0,05

¹ Composição (g/100Kg): sulfato de zinco – 21,70; sulfato de cobre – 8,00; sulfato de cobalto – 0,25; iodato de potássio – 0,16; selenito de sódio – 0,022.

O primeiro período experimental teve a duração de 19 dias, sendo 13 dias de adaptação à dieta e 6 dias para as coletas de fezes. Durante o período de adaptação, as sobras foram previamente recolhidas e pesadas todos os dias, para determinação do consumo de MS diário. Através da avaliação do consumo de MS diário no período de adaptação, pretende-se estudar a

possibilidade de redução na adaptação às dietas nos períodos subsequentes. Os animais foram pesados ao início e ao final de cada período experimental.

Tabela 2 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nitrogênio não protéico (NNP), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) dos concentrados e do feno.

Itens	Concentrados				Feno
	C1	C2	C3	C4	
MS (%)	88,17	87,53	87,52	87,76	84,40
MO ¹	95,90	96,06	96,80	96,96	94,50
PB ¹	20,32	20,50	21,13	20,95	3,77
NNP ²	10,90	25,40	40,20	50,20	22,40
NIDA ²	4,39	4,52	4,68	4,83	24,50
NIDN ²	8,02	8,18	8,38	8,58	30,07
EE ¹	2,90	2,89	2,95	2,88	1,15
CHO ¹	72,68	72,67	72,72	73,13	89,57
FDN ¹	8,81	8,57	8,20	9,24	75,58
FDNcp ^{1,3}	8,30	8,10	7,72	8,64	73,84
CNF ¹	63,87	64,10	64,52	63,89	13,99
CNFcp ^{1,3}	64,38	66,93 ⁴	69,72 ⁴	71,56 ⁴	15,73
FDA ¹	6,39	6,02	4,40	3,80	41,22
LIG ¹	0,98	0,89	1,26	1,17	6,09

¹% da MS.

² % do nitrogênio total.

³ Com correção para cinzas e proteína.

⁴ CNF para dietas com uréia=100 - [(PB - PB da uréia + %uréia) + EE + Cinzas + FDNcp] (Hall, 2001).

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma única vez ao dia, às 8 horas, de modo a permitir 10% de sobras, sendo estas previamente recolhidas e pesadas diariamente durante o período de coletas, para determinação do consumo diário. Também foram realizadas amostras compostas do feno fornecido; dos concentrados, por tratamento; e das sobras, por animal em cada período. Todas estas amostras foram devidamente armazenadas a -15°C, e posteriormente pré-secas em estufa ventilada a 65°C e moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm e submetidas às análises laboratoriais.

Tabela 3 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nitrogênio não protéico (NNP), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas contendo diferentes níveis de uréia.

Itens	Rações experimentais			
	R1	R2	R3	R4
MS (%)	86,29	85,97	85,96	86,08
MO ¹	95,20	95,28	95,65	95,73
PB ¹	12,05	12,14	12,45	12,36
NNP ²	12,70	24,96	37,51	45,95
NIDA ²	14,45	14,51	14,59	14,67
NIDN ²	19,05	19,13	19,23	19,33
EE ¹	2,03	2,02	2,05	2,02
CHO ¹	81,13	81,12	81,15	81,35
FDNcp ^{1,3}	41,07	40,97	40,78	41,24
CNFcp ^{1,3}	40,06	41,33 ⁴	42,73 ⁴	43,65 ⁴
FDA ¹	23,81	23,62	22,81	22,51
LIG ¹	3,54	3,49	3,68	3,63
NDT ¹	70,23	71,08	71,34	69,86

¹ % da MS.

² % do nitrogênio total.

³ Com correção para cinzas e proteína.

⁴ CNF para dietas com uréia=100 - [(PB - PB da uréia + %uréia) + EE + Cinzas + FDNcp] (Hall, 2001).

A fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) foi utilizada como indicador interno para estimar a produção fecal, para posterior determinação da digestibilidade aparente total dos nutrientes. As amostras de alimentos, sobras e fezes foram incubadas em sacos de ankom (filter bag 57) no rúmen, por um período de 144 horas, segundo adaptação de técnica descrita por Cochran et al. (1986), sendo o resíduo, assumido como indigestível.

As coletas de fezes foram feitas uma vez ao dia, em seis dias consecutivos, com intervalos de 26 horas entre dias, iniciando-se às 8 horas do dia 1 e terminando às 18 horas do dia 6. Estas amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, a 65°C por 72 a 96 horas, moídas em moinho com peneira de 1 mm. Finalmente, foi elaborada uma amostra composta por animal em cada período, com base no peso seco de cada subamostra. As

amostras compostas foram devidamente acondicionadas em recipientes de vidro e posteriormente submetidas às análises laboratoriais.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total, extrato etéreo (EE), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) foram realizadas conforme técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002), sendo que a proteína bruta (PB) foi obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. Os teores de nitrogênio não protéico (NNP), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados conforme descrição de Licitra et al. (1996). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado de acordo com Pell & Schofield (1993), utilizando-se o método da autoclave, conforme descrição no capítulo anterior. Além da determinação da FDN corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}) nos alimentos, esse procedimento foi efetuado também nas amostras de sobras e fezes para os cálculos de consumo e estimativa da digestibilidade total da FDN e dos CNF.

Os carboidratos totais (CHO) foram obtidos por intermédio da equação: $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$, (Sniffen et al. 1992), enquanto os carboidratos não-fibrosos (CNF), obtidos pela diferença entre CHO e FDN_{cp} nos alimentos. A determinação dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtida conforme recomendação do NRC (2001), a partir da equação: $NDT = PB_D + 2,25EE_D + FDN_D + CNF_D$, onde, PB_D é a PB digestível; EE_D , o EE digestível; FDN_D , a FDN digestível e CNF_D , os CNF digestíveis. Os teores de NDT foram obtidos pela relação entre os consumos de NDT e MS.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995).

Os critérios utilizados para escolha do modelo foram o fenômeno estudado, o coeficiente de determinação (r^2 , em %), que foi calculado como a relação entre a soma de quadrado da regressão e a soma de quadrado de tratamento e a significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t, a 5% de probabilidade.

Os quatro quadrados latinos foram analisados em conjunto. Para comparação entre os grupos genéticos, foi realizado o teste Tukey, a 5% de probabilidade.

A comparação do consumo de MS diário durante o primeiro período de adaptação às dietas foi realizada pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Podem ser visualizadas na Tabela 4, as médias para os consumos de MS, expressos em Kg/dia, em função dos dias do primeiro período experimental, para cada nível de uréia na ração. Observa-se que as médias, para cada nível de uréia utilizado, desde o 1° até o 12° dia do período de adaptação, não diferiram ($P>0,05$) da média padrão (do 13° dia). Assim, isso permite sugerir que pode ser utilizado um período de adaptação com menor duração para dietas com estes níveis de uréia. Segundo Huber & King (1981), a adaptação à utilização de uréia na dieta pode ocorrer de 14 a 42 dias através do aumento gradativo do fornecimento da uréia na ração. Vale salientar que nesse estudo, o fornecimento da ração foi de forma completa, uma vez ao dia.

Tabela 4 – Consumos médios de matéria seca (MS), em Kg/dia, em função dos dias do primeiro período experimental, para cada nível de uréia.

Dias	Níveis de uréia			
	0	0,65	1,3	1,95
1	7,40	6,05	5,65	6,41
2	6,45	4,50	5,58	5,77
3	7,94	5,29	5,95	6,01
4	7,72	5,17	6,15	6,13
5	7,75	5,26	6,13	6,35
6	7,51	5,53	6,74	6,55
7	7,23	5,74	6,38	6,35
8	6,03	6,00	6,32	6,61
9	7,94	7,17	6,71	6,60
10	8,01	6,24	6,46	6,15
11	7,30	6,19	6,02	6,45
12	8,87	6,19	6,40	6,54
13 (padrão)	6,90	6,23	6,56	5,88

Médias na coluna, não diferem da média padrão, a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Dessa forma, a adaptação às dietas dos períodos experimentais subsequentes foi reduzida para 10 dias. Recomenda-se um período de adaptação de 7 dias, o que resulta em economia de tempo e gasto com alimentação.

Na Tabela 5 são apresentados os consumos médios diários de MS, MO, PB, EE, CHO, FDN, CNF e NDT, expressos em quilogramas por dia (Kg/dia), os consumos de FDN e NDT, expressos em porcentagem do peso vivo (% PV) e os respectivos coeficientes de variação, para os grupos genéticos; Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu.

O consumo de MS, MO, PB, CHO, CNF e NDT, em Kg/dia, dos animais Holandeses não diferiu dos Holandês-Guzerá ($P>0,05$), mas foi superior ($P<0,05$) aos animais Holandês-Gir. Por outro lado, o consumo entre os dois grupos mestiços não demonstrou diferença ($P>0,05$), e os animais zebuínos apresentaram o menor consumo ($P<0,05$). No entanto, é necessário salientar que o peso inicial desses animais foi inferior (198 Kg) ao dos outros grupos genéticos, respectivamente 330, 294, 289, para os Holandeses e mestiços Holandês-Guzerá e Holandês-Gir, o que pode explicar, pelo menos em parte, o menor consumo de MS, em Kg/dia, pelos zebuínos.

Gonçalves (1988) e Andrade (1992), em avaliação do consumo de MS, por animais Holandeses, mestiços Holandês-Zebu e zebuínos, verificaram que os Holandeses apresentaram maior consumo; os mestiços, consumo intermediário, porém estatisticamente não diferente dos Holandeses, e os zebuínos, menor consumo. Estrada (1996) relatou que o consumo dos Nelore foi em média 25% inferior ao de três grupos de mestiços. Entretanto, Rodriguez et al. (1996) não verificaram diferença para o consumo de MS expresso em $g/Kg^{0,75}$ e em % do PV para animais Nelores e Holandeses.

Com relação ao consumo de EE, os Holandeses não diferiram dos mestiços ($P>0,05$), mas foram superiores aos zebuínos ($P<0,05$).

Os consumos de FDN, calculados de ambas as formas; com a FDNcp nos alimentos ou nos alimentos e sobras; em Kg/dia, foram superiores para os animais Holandeses ($P<0,05$) em relação aos demais grupos genéticos, sendo que os mestiços não diferiram entre si ($P>0,05$), mas foram superiores aos Zebus ($P<0,05$). Apenas para o consumo de FDN, em Kg/dia, os animais Holandeses diferiram dos Holandês-Guzerá. Alves (2001) relatou maior

consumo de FDN, 4,41 Kg/dia, para animais Holandês-Guzerá, em relação aos Holandês-Gir e Indubrasil, 3,56 e 3,63 Kg/dia, para os respectivos grupos genéticos, na fase de recria.

Tabela 5 – Médias e coeficientes de variação (CV%) para os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em função dos grupos genéticos.

Variáveis	Grupos genéticos				CV%
	Holandês	½Hol-Guz	½Hol-Gir	Zebu	
	Consumos (kg/dia)				
MS	8,79a	7,58ab	6,89b	3,58c	15,06
MO	8,40a	7,24ab	6,58b	3,42c	15,08
PB	1,12a	0,97ab	0,88b	0,42c	14,80
EE	0,18a	0,16a	0,15a	0,08b	14,43
CHO	7,09a	6,11ab	5,55b	2,92c	15,18
FDN	3,42a	2,92b	2,65b	1,50c	15,57
FDN _{CP} ¹	3,43a	2,93b	2,67b	1,54c	15,38
CNF	3,67a	3,19ab	2,90b	1,42c	15,52
CNF _{CP} ¹	3,66a	3,17ab	2,88b	1,37c	15,62
NDT	6,09a	5,37ab	5,05b	2,43c	13,75
	Consumos (% PV)				
FDN	0,94a	0,90a	0,84ab	0,70b	12,02
FDN _{CP} ¹	0,94a	0,91a	0,85ab	0,72b	11,74
NDT	1,68a	1,66a	1,61a	1,25b	11,74

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

¹Consumo calculado com FDN corrigida para cinzas e proteína nos alimentos e sobras.

Quando o consumo de FDN foi expresso em % PV, este não diferiu entre os Holandeses e mestiços ($P>0,05$), sendo superior ao apresentado pelos Zebus ($P<0,05$), porém o consumo entre o grupo Holandês-Gir foi semelhante ao apresentado pelo Zebu ($P>0,05$). Em virtude do consumo de FDN_{cp} ter sido menor que 1,2% PV (Tabela 5), valor sugerido por Mertens (1992) como o consumo a partir do qual a ingestão de alimentos é controlada pelo efeito de enchimento no rúmen para vacas em lactação, pode-se inferir que o consumo de alimentos desse estudo, com dieta contendo 50% de volumoso, foi limitado pela demanda energética. Pela afirmação de Conrad et

al. (1964), em dietas com digestibilidade inferior a 66%, os fatores físicos determinam a ingestão de alimentos; enquanto que no caso de dietas com digestibilidade superior a este percentual, a ingestão de matéria seca é controlada por fatores fisiológicos.

Ao se avaliar os consumos entre os animais mestiços, em Kg/dia ou em % PV, observa-se que não diferiram entre si ($P>0,05$). Em concordância com esses resultados, Andrade (1992) descreveu consumos semelhantes de MS e MO, em $\text{g/Kg}^{0,75}$ para animais $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ Holandês-Zebu e Fernandes (2001) relatou que os mestiços Holandês-Zebu e Caracu-Zebu apresentaram similares ingestões de MS, 2,14% PV.

Quando se observa o consumo de NDT, expresso em % PV, este não diferiu entre os Holandeses e mestiços ($P>0,05$), e apresentou média de 1,65% PV, porém foi superior ao consumo mostrado pelos zebuínos ($P<0,05$) de 1,25% PV. Esse comportamento, possivelmente é um reflexo do menor consumo de MS, em Kg/dia, mostrado por esses animais. A ingestão de NDT foi em média 24% maior para os Holandeses e mestiços em relação aos zebuínos.

Quando foi avaliado o consumo de MS em % PV, houve interação de grupos genéticos e níveis de uréia na ração, e dessa forma, será avaliado separadamente, conforme descrição na Tabela 7.

Os consumos médios diários de MS, MO, PB, EE, CHO, FDN, CNF e NDT, expressos em quilogramas por dia (Kg/dia), os consumos de FDN e NDT, expressos em porcentagem do peso vivo (% PV) e as respectivas equações de regressão, para os níveis de uréia das dietas podem ser visualizadas na Tabela 6.

Pode ser observado que todos os consumos estudados, não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de uréia das rações. Segundo Haddad (1984), o uso de uréia acima de 1,0% da MS da ração, pode afetar a palatabilidade, e reduzir o consumo de alimentos. Já Wilson et al. (1975), avaliando o efeito dos níveis crescentes de uréia (1,0; 1,65; 2,30 e 3,0% na MS) em rações, fornecendo uréia via oral ou diretamente no rúmen, concluíram que a uréia parece deprimir o consumo quando é incluída na dieta em níveis acima de 2%. Salienta-se que nesse estudo, o nível mais alto de uréia foi 1,95% da MS.

Tabela 6 - Médias e equações de regressão (ER) para os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em função dos níveis de uréia na ração (em %).

Variáveis	Níveis de uréia				ER
	0	0,65	1,3	1,95	
	Consumos (kg/dia)				
MS	7,02	6,64	6,70	6,47	$\hat{Y} = 6,71$
MO	6,68	6,33	6,41	6,20	$\hat{Y} = 6,41$
PB	0,88	0,84	0,86	0,82	$\hat{Y} = 0,85$
EE	0,15	0,14	0,14	0,13	$\hat{Y} = 0,14$
CHO	5,65	5,36	5,41	5,25	$\hat{Y} = 5,42$
FDN	2,72	2,58	2,60	2,59	$\hat{Y} = 2,62$
FDN _{CP} ¹	2,74	2,60	2,62	2,61	$\hat{Y} = 2,64$
CNF	2,94	2,78	2,81	2,66	$\hat{Y} = 2,80$
CNF _{CP} ¹	2,92	2,76	2,78	2,63	$\hat{Y} = 2,77$
NDT	4,93	4,72	4,78	4,52	$\hat{Y} = 4,74$
	Consumos (% PV)				
FDN	0,87	0,85	0,84	0,82	$\hat{Y} = 0,85$
FDN _{CP} ¹	0,88	0,86	0,85	0,83	$\hat{Y} = 0,86$
NDT	1,62	1,56	1,57	1,45	$\hat{Y} = 1,55$

¹ Consumo calculado com FDN corrigida para cinzas e proteína nos alimentos, e sobras.

Magalhães et al. (2002), em estudo conduzido com bovinos com grau de sangue variando de ½ Holandês-Zebu até Holandês puro por cruzas, com os mesmos níveis desse estudo de uréia na MS, com 65% de volumoso (sendo 70% de silagem de milho e 30% de silagem de capim-elefante), relataram que o consumo de MS não foi afetado pela inclusão de uréia no concentrado.

Da mesma forma, Ferreira et al. (1996) trabalhando com dieta constituída por 70% de volumoso (silagem de milho e cana-de-açúcar na proporção de 77:23 na MS) para novilhos Holandês-Zebu, com substituição do farelo de algodão pela uréia (0; 8,14; 16,73 e 25,7% na ração), e Seixas et al. (1999), com bovinos cruzados (*Bos taurus* x *Bos indicus*) submetidos a dietas contendo 13% de PB, com 63% de silagem de milho, utilizando três concentrados protéicos, a base de farelo de algodão, uréia (1,3% na MS) ou

amiréia afirmaram que a utilização de uréia não promoveu alteração no consumo de MS ou PB.

Com dietas ricas em concentrado, Ferrell et al. (2001), em estudo conduzido com ovinos, relataram que não houve diferença para a ingestão de MS e MO para a utilização da uréia (1,64% na MS) ou fonte de proteína verdadeira no suplemento (farelo de soja ou mistura de fontes de proteína não degradável no rúmen), e Knaus et al. (2001) afirmaram que a utilização de uréia (1,8% na MS) ou uréia+subprodutos de origem animal, não afetou o consumo de MS em novilhos Holandeses.

No entanto, Feijó et al. (1997) e Silva et al. (1997), ao avaliarem o efeito da substituição do farelo de soja (0, 50 e 100%) por uréia em dietas de bovinos F₁ Pardo Suíço-Nelore e Nelore, respectivamente, relataram tendência de diminuição do consumo de MS pela adição de uréia.

As médias e equações de regressão para o consumo de MS, expresso em % PV estão apresentadas na Tabela 7. Houve interação de níveis de uréia e grupos genéticos (P<0,05). Os grupos genéticos mostraram diferentes comportamentos dentro de cada nível de uréia. De maneira geral, pode ser observada uma tendência de menor consumo para os animais Zebu, em relação aos demais grupos genéticos, dentro dos níveis 0; 0,65 e 1,3% de uréia na MS. Deve-se destacar que, para o maior nível de uréia, 1,95% na MS, os animais zebuínos tiveram o menor consumo de MS (P<0,05), 1,22% PV, em relação aos Holandeses e os dois grupos de mestiços, que não diferiram entre si (P>0,05).

Dentro dos grupos genéticos Holandês, ½ Holandês-Guzerá e ½ Holandês-Gir, a inclusão de níveis crescentes de uréia, não influenciou o consumo de MS, apresentando médias de 2,42; 2,35 e 2,20 % PV, para os respectivos grupos genéticos. Somente para o grupo Zebu, o consumo de MS em % PV foi afetado de forma linear decrescente pela inclusão de uréia (P<0,01).

Tabela 7 – Médias e equações de regressão (ER) para o consumo de matéria seca, expresso em % PV, por grupo genético e em função dos níveis de uréia (NU) e seu respectivo coeficiente de determinação (r^2).

Grupos genéticos	Níveis de uréia				ER
	0	0,65	1,3	1,95	
Holandês	2,48 A	2,18 AB	2,48 A	2,55 A	1
½ Hol-Guz	2,41 AB	2,47 A	2,31 AB	2,21 A	2
½ Hol-Gir	2,15 AB	2,33 AB	2,16 AB	2,16 A	3
Zebu	1,95 B	1,84 B	1,82 B	1,22 B	4

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

1 - $\hat{Y}=2,42$; 2 - $\hat{Y}=2,35$; 3 - $\hat{Y}=2,20$; 4 - $\hat{Y}=2,038 - 0,341^{**}NU$ ($r^2=0,75$).

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Dessa forma, pode-se inferir maior sensibilidade dos zebuínos à inclusão de uréia na dieta, sobretudo para o nível mais elevado desta, comprovando a afirmação de Paulino (1999), de que o grau de sangue dos animais é uma variável importante a ser avaliada na utilização da uréia, e que quando se utilizam animais zebuínos, o controle de consumo pela uréia é mais efetivo (Paulino et al., 1983), quando comparado a animais mestiços leiteiros. Nesse sentido, Hunter & Siebert (1985), em estudo com animais taurinos (Hereford) e zebuínos (Brahma), submetidos a dietas com forragem de baixa qualidade (de 3,6 a 5,6% PB), não observaram diferenças no consumo de MS, quando essas não foram suplementadas. No entanto, verificaram maior consumo para os animais taurinos quando as dietas foram suplementadas com 90g de uréia.

Vale ressaltar que o consumo de MS expresso em % PV, consiste em importante unidade de mensuração do consumo em animais, já que viabiliza comparação consistente entre experimentos, e ainda, que se tratando de animais fistulados, o consumo, neste estudo, para os grupos ½ Holandês-Guzerá e ½ Holandês-Gir foi de 2,35 e 2,20% PV, respectivamente, semelhante aos relatados por Alves (2001), que ao utilizar animais desses grupos genéticos de mesma procedência, encontrou consumos de MS de 2,31 e 2,25 % PV, para os respectivos grupos genéticos supracitados, em confinamento e com PV inicial semelhante aos desse estudo.

Ao comparar o consumo dos animais zebuínos para os três primeiros níveis de uréia (0; 0,65 e 1,3% MS), média de 1,87% PV, com o consumo de MS encontrado em outros experimentos com animais zebuínos fistulados, como os de Carvalho et al. (1997) e Ladeira et al. (1999), em estudo com inclusão de níveis de concentrado, que relataram médias de 1,80 e 1,99% PV, respectivamente; Valadares et al. (1997), trabalhando com níveis de PB na ração, que encontraram média de 1,80% PV, e Ítavo et al. (2002) com os mesmos animais utilizados nesse estudo, avaliando os níveis de concentrado na dieta, que descreveu média de 2,01% PV; observa-se que a média desse estudo para os três primeiros tratamentos, é próxima das supracitadas.

Na Tabela 8 são apresentados os coeficientes de digestibilidade totais da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF e os respectivos coeficientes de variação, para os grupos genéticos; Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu.

Tabela 8 – Médias (%) e coeficientes de variação (CV%) para as digestibilidades aparentes totais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) em função dos grupos genéticos.

Variáveis	Grupos genéticos				CV (%)
	Holandês	½ Hol-Guz	½ Hol-Gir	Zebu	
MS	69,53a	70,68a	72,86a	69,15a	4,26
MO	70,58a	72,20a	74,31a	71,37a	3,99
PB	73,06a	74,63a	77,50a	75,23a	4,52
EE	80,44b	81,56ab	85,95a	84,01ab	4,67
CHO	69,93a	71,57a	73,48a	70,51a	4,12
FDN	49,25a	54,29a	55,36a	50,79a	11,46
FDN _{CP} ¹	53,70a	57,93a	59,08a	56,55a	9,14
CNF	89,01ab	87,27b	89,83a	90,08a	3,43
CNF _{CP} ¹	85,02a	84,11a	86,62a	85,26a	3,79

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

¹ Digestibilidade calculada com FDN corrigida para cinzas e proteína nos alimentos, fezes e sobras.

O coeficiente de digestibilidade da MS não diferiu entre os grupos genéticos ($P > 0,05$), apesar das diferentes ingestões de MS observada entre

estes (Tabela 4). Vários estudos que conduziram ensaios de digestibilidade, como os de Garcia (1982), Gonçalves (1988), Hennessy et al. (1995), Estrada (1996), Borges et al. (2001) e Fernandes (2001), observaram não haver diferenças entre grupos genéticos para a digestão da MS. No entanto, Andrade (1992), Oliveira et al. (1994) e Rodriguez et al. (1997) verificaram comportamentos distintos frente a digestão total da MS por diferentes grupos genéticos.

As digestibilidades totais da MO, PB, CHO, FDN, FDNcp e CNFcp não diferiram entre os grupos genéticos ($P>0,05$), seguindo o observado para a digestão da MS. Borges et al. (2001) relataram não haver diferenças entre novilhas da raça Holandesa e Guzerá para os coeficientes de digestibilidade total da PB e CHO, e Lançanova et al. (2000) encontraram digestões da PB, FDN e componentes da parede celular semelhantes entre animais de raças Taurinas e Zebuínas. Oliveira et al. (1994), em estudo com animais Nelore, $\frac{1}{2}$ sangue Nelore-Holandês, Nelore-Chianina e Gir-Holandês, e $\frac{3}{4}$ Holandês-Gir, e Rodriguez et al. (1997) em trabalho com bovinos Nelore e Holandeses, afirmaram que as digestibilidades totais da PB e FDN não diferiram entre esses animais.

Já a digestibilidade total do EE e dos CNF apresentou diferença ($P<0,05$) entre os grupos genéticos, mostrando o maior e menor valor para EE, respectivamente, para os grupos Holandês-Gir e Holandês, enquanto a digestibilidade dos CNF não diferiu entre os grupos Holandês-Gir e Zebu ($P>0,05$), e foi superior em relação à digestibilidade apresentada pelo grupo Holandês-Guzerá ($P<0,05$), situando-se, os Holandeses, em condição intermediária.

As médias, equações de regressão e coeficientes de determinação para as digestibilidades aparentes totais da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF, em função dos níveis de uréia, são apresentadas na Tabela 9, na qual se observa que, com exceção da digestibilidade dos CNFcp, que apresentou comportamento linear decrescente em função dos teores de uréia da dieta, as demais variáveis estudadas não foram influenciadas pelos tratamentos. Isso possivelmente pode ser atribuído ao fato do consumo de MS e dos nutrientes não ter sido influenciado pelo aumento do nível de uréia na dieta.

Ao avaliar a suplementação protéica, contendo uréia, caseína e farelo de algodão em dietas contendo feno de baixa qualidade, Hennessy et al. (1995) relataram que a suplementação não influenciou a digestibilidade total da MS.

Cecava & Hancock (1994), ao avaliarem a suplementação com uréia (1,72% da MS) ou combinações de farelo de soja com farinha de pena para novilhos submetidos a dietas com 13,50% de PB, contendo 60% de silagem de milho, em estudo de metabolismo, relataram que a digestibilidade total da PB não foi influenciada pela suplementação protéica.

Tabela 9 – Médias (%), equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) para as digestibilidades aparentes totais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) em função dos níveis de uréia (NU) da ração.

Variáveis	Níveis de uréia				ER	r^2
	0	0,65	1,3	1,95		
MS	71,39	70,83	70,52	69,47	$\hat{Y} = 70,55$	
MO	72,97	72,08	72,42	70,99	$\hat{Y} = 72,12$	
PB	74,62	74,87	75,30	75,62	$\hat{Y} = 75,10$	
EE	82,79	82,24	84,95	81,97	$\hat{Y} = 82,99$	
CHO	72,45	71,64	71,38	70,02	$\hat{Y} = 71,37$	
FDN	54,67	50,38	52,00	52,64	$\hat{Y} = 52,42$	
FDN _{CP} ¹	58,67	55,07	56,48	57,04	$\hat{Y} = 56,81$	
CNF	88,90	90,27	89,36	87,66	$\hat{Y} = 89,05$	
CNF _{CP} ¹	85,43	86,58	85,70	83,29	$\hat{Y} = 86,346 - 1,121^*NU$	0,46

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

¹ Digestibilidade calculada com FDN corrigida para cinzas e proteína nos alimentos, fezes e sobras.

Em estudo com novilhos alimentados com 50% de feno, submetidos a infusão contínua com uréia (0,4 ou 1,2% da MS), Firkins et al. (1987) afirmaram que a digestão total da MO e da FDN não foram influenciadas pelos níveis de uréia, apresentando médias de 67,30 e 51,90%, respectivamente, valores próximos aos encontrados no presente trabalho.

Conclusões

Recomenda-se redução no período de adaptação para 7 dias, o que resulta em economia de tempo e gasto com alimentação.

O consumo foi maior para os animais do grupo genético Holandês, seguido pelos mestiços e Zebu.

A digestibilidade total da MS não foi influenciada pelos grupos genéticos nem pelos níveis de uréia nas rações.

Literatura Citada

ALENCAR, M.M. Cruzamentos para a produção de carne bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE CORTE, 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2000. p. 1.

ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1447-1462, 1997.

ALVES, D.D. **Desempenho produtivo e características de carcaças de bovinos Zebu e cruzados Holandês-Zebu (F₁), nas fases de recria e terminação.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 2001.

ANDRADE, A.T. **Digestão total e parcial da matéria seca, matéria orgânica, energia bruta e proteína bruta em diferentes grupos genéticos de bovídeos.** Viçosa, MG: UFV, 1992. 181p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1992.

BORGES, A.L.C.C.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Digestibilidade aparente de dieta à base de feno de tifton 85 (*Cynodon spp.*), farelo de soja e milho em novilhas das raças Guzerá e Holandesa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 939.

CARVALHO, A.U.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrados em dietas de zebuínos. 1. Consumo e digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.986-995, 1997.

CECAVA, M.J.; HANCOCK, D.L. Effects of anabolic steroids on nitrogen metabolism and growth of steers fed corn silage and corn-based diets

- supplemented with urea or combinations of soybean meal and feathermeal. **Journal of Animal Science**, v.72, p.515-522, 1994.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- CONRAD, H.R.; PRATT, A.D.; HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.47, p.54-62, 1964.
- ESTRADA, L.H.C. **Composição corporal e exigências de proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K). Características de carcaça e desempenho do nelore e mestiços em confinamento.** Viçosa, MG:UFV, 1996. 128p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- FARIA, V.P.; HUBER, J.T. Effect of dietary protein and energy levels on rumen fermentation in Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v.58, p.452-459, 1984.
- FEIJÓ, G.L.D.; SILVA, J.M.; PORTO, J.C.A. et al. Efeito de fontes de nitrogênio e do tipo de silagem no desempenho de bovinos F1 Pardo-Suíço x Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 283.
- FERNANDES, H.J. **Desempenho produtivo, digestibilidade e composição corporal de bovinos de três grupos genéticos na recria e na terminação.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 72p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- FERREIRA, J.J.; SALGADO, J.G.; CARNEIRO, J.C. Efeito de diferentes fontes e níveis de substituição de proteína por uréia na dieta de novilhos confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 31.
- FERRELL, C.L.; FREETLY, H.C.; GOETSCH, A.L. et al. The effect of dietary nitrogen and protein on feed intake, nutrient digestibility, and nitrogen flux across the portal-drained viscera and liver of sheep consuming high-concentrate diets ad libitum. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1322-1328, 2001.
- FIRKINS, J.L.; LEWIS, S.M.; MONTGOMERY, L. et al. Effects of feed intake and dietary urea concentration on ruminal dilution rate and efficiency of bacterial growth in steers. **Journal of Dairy Science**, v.70, p.2312-2321, 1987.
- GARCIA, A.B. **Digestão parcial e total de carboidratos em quatro diferentes grupos genéticos de novilhos.** Viçosa, MG: UFV, 1982. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1982.

- GONÇALVES, L.C. **Digestibilidade, composição corporal, exigências nutricionais e características de carcaça de zebuínos, taurinos e bubalinos.** Viçosa, MG: UFV, 1988. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- HADDAD, C. M. Uréia em suplementos alimentares. In: 2º SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS – URÉIA PARA RUMINANTES, 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p.119.
- HALL, B.H. Recent advanced in non-NDF carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: 2º SINLEITE - BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 161-178.
- HENNESSY, D.W.; KOHUN, P.J.; WILLIAMSON, P.J. et al. The effect of nitrogen and protein supplementation on feed intake, growth and digestive function of steers with different *Bos indicus*, *Bos taurus* genotypes when fed a low quality grass hay. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 46, p.1121-1136, 1995.
- HUBER, J.T.; KING, JR.L. Protein and nonprotein nitrogen utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.64, p. 1170-1195, 1981.
- HUBER, J.T. Uréia em nível de rúmen. In: 2º SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS – URÉIA PARA RUMINANTES, 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 6.
- HUNTER, R. A.; SIEBERT, B. D. Utilization of low-quality roughage by *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. 2. The effect of rumen-degradable nitrogen and sulphur on voluntary food intake and rumen characteristics. **British Journal of Nutrition**, v. 53, p.649-656, 1985.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1543-1552, 2002.
- JOSAHKIAN, L. A. Associação Brasileira dos Criadores de Zebu: Uma empresa de genética tropical. In: I SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1999, Viçosa. **Anais...**, p. 21.
- KNAUS, W.F.; BEERMANN, D.H.; GUIROY, P.J. et al. Optimization of rate and efficiency of dietary nitrogen utilization through the use of animal by-products and(or) urea and their effects on nutrient digestion in Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p. 753-760, 2001.
- LADEIRA, M.M.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.395-403, 1999.

- LANÇANOVA, J.A.C.; OLIVEIRA, M.D.S.; PACOLA, L.J. et al. Digestibilidade aparente do extrato etéreo, da proteína bruta e dos componentes da parede celular de uma ração completa, com zebuínos e taurinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000.
- 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, p. 347-358, 1996.
- MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de uréia em substituição ao farelo de soja na dieta de novilhos de origem leiteira em confinamento. 1. Desempenho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.188.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C., (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. American Society of Agronomy. NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994. p.450-493.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, DC: National Academy, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington, DC: National Academy, 2001. 381p.
- OLIVEIRA, M.A.T.; FONTES, C.A.A.; LANA, R.P. et al. Consumo alimentar e digestibilidade de rações com dois níveis de concentrado em bovinos de cinco grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.667-677, 1994.
- OLIVEIRA, R.F.; FONTES, C.A.A.; COELHO DA SILVA, J.F.C. et al. Consumo e digestibilidade de dietas com duas proporções de concentrados fornecidos a bovinos de três grupo genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, p.513-521, 1991.
- PAULINO, M.F.; REHFELD, O.A.M.; RUAS, J.R.M. et al. Alguns aspectos da suplementação de bovinos de corte em regime de pastagem durante a época seca. **Informe Agropecuário**, v.89, p.28-31, 1982.
- PAULINO, M.F.; SILVA, H.M.; RUAS, J.R.M. et al. Efeitos de diferentes níveis de uréia sobre o desenvolvimento de novilhas zebus. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.35, p.231-245, 1983.

- PAULINO, M.F. Misturas múltiplas na nutrição de bovinos de corte a pasto. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1999, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 1999. p.95.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1063-1073, 1993.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Digestibilidade aparente total e parcial utilizando indicadores interno ou externo e efeito da contaminação da fibra em detergente neutro sobre a digestibilidade aparente total em novilhos em dois experimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, (no prelo).
- RODRIGUEZ, L.R.R.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Consumo de rações contendo quatro níveis de concentrado por bovinos Holandeses e Nelores e por Bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, p. 568-581, 1996.
- RODRIGUEZ, L.R.R.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Digestibilidade de rações contendo quatro níveis de concentrado em bovinos (Taurinos e Zebuínos) e bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p. 844-851, 1997.
- SEIXAS, J.R.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; ARAÚJO, W.A. et al. Desempenho de bovinos confinados alimentados com dietas à base de farelo de algodão, uréia ou amiréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p. 432-438, 1999.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 2002. 235p.
- SILVA, J.M.; FEIJÓ, G.L.D.; PORTO, J.C.A. et al. Efeito de fontes de nitrogênio e do tipo de silagem no desempenho de novilhos Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 286.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – SAEG. **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG, 1995. (Apostila).
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M.; et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p.1252-1258, 1997.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock Publ. Assoc. Ithaca, 1994. 476p.

- VELLOSO, L. Uréia em rações de engorda de bovinos. In: 2º SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS – URÉIA PARA RUMINANTES, 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 174.
- WESTON, R. Animal factors affecting feed intake. In: NUTRITIONAL LIMITS TO ANIMAL PRODUCTION FROM PASTURES, 1982, Sta. Lucia. **Proceedings...** Sta. Lucia: Queens, 1982. p.183.
- WILSON, G.; MARTZ, F.A.; CAMPBELL, J.R. et al. Evaluation of factors responsible for reduced voluntary intake of urea diets for ruminants. **Journal of Animal Science**, v.41, p.1431-1437, 1975.

Níveis de Uréia na Ração de Novilhos de Quatro Grupos Genéticos: Digestibilidades Parciais e Balanço de Compostos Nitrogenados

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito de quatro níveis de uréia na ração: 0; 0,65; 1,3 e 1,95% na MS, sobre as digestibilidades aparentes parciais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e balanço de compostos nitrogenados, em novilhos de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu. Os animais foram distribuídos em quatro quadrados latinos (grupos genéticos) 4x4, sendo quatro animais, quatro períodos experimentais e quatro tratamentos (rações), sendo alimentados com 50% de feno de capim tifton-85 e concentrado. As dietas continham aproximadamente 12% PB. Foram utilizados 6 dias para as coletas de fezes e digestas de abomaso e íleo, sendo a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) utilizada como indicador para estimar as digestibilidades. As amostras de urina foram obtidas a partir de coletas em 24 horas. As digestibilidades ruminais da MS e MO que apresentaram maiores valores, foram as dos animais mestiços. As digestões ruminais e intestinais totais dos CHO, FDN ou CNF, não diferiram entre os grupos genéticos. A digestão ruminal e intestinal total da MS, MO e dos nutrientes, não foi influenciada pela adição de uréia na dieta. De uma maneira geral, os locais de digestão não foram alterados pelo tipo de animal (taurino, zebuino e seus mestiços) e pela inclusão de uréia na ração. Os animais zebuínos apresentaram ingestão, excreção e balanço de compostos nitrogenados inferior aos demais grupos genéticos. A retenção de compostos nitrogenados apresentou redução com a utilização de uréia na dieta.

Palavras-chave: balanço de compostos nitrogenados, digestibilidade parcial, novilhos, uréia

Urea Levels in Diet for Steers of Four Genetic Groups: Partial Digestibility and Nitrogen Compounds Balance

ABSTRACT - This research was carried out to evaluate the effect of four dietary urea levels: 0, 0.65, 1.3 and 1.95% in DM, on the partial apparent digestibilities of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), total carbohydrates (CHO), neutral detergent fiber (NDF), non fiber carbohydrates (NFC) and nitrogen compounds balance, in steers of four genetic groups: Holstein, ½ Holstein-Guzera, ½ Holstein-Gir and Zebu. The animals were assigned to four 4x4 latin squares (genetic groups), being four animals, four experimental periods and four treatments (rations) and were fed diets with 50% tifton-85 bermudagrass hay and concentrate; the diets were composed of, approximately, 12% CP. It was used six days for collections of feces and abomasum and ileum digesta, and the indigestible acid detergent fiber (FDAi) was used as marker to estimate the digestibility. Urine samples were obtained from 24-h collections. Crossbred animals showed higher values of DM and OM ruminal digestibility. The total intestinal and ruminal digestions of CHO, NDF or NFC did not differ among the genetic groups. The total intestinal and ruminal digestion of DM, OM and nutrients was not affected by the inclusion of urea in the diet. The digestion compartments were not affected by the genetic group (Taurus, Zebu and its crossbred) and by the inclusion of urea in the diet. Zebu showed values of ingestion, excretion and nitrogen compounds balance smaller than the other genetic groups. The retention of nitrogen compounds decreased as the dietary urea levels increased.

Key Words: nitrogen compounds balance, partial digestibility, steers, urea

Introdução

A suplementação com uréia como fonte de um composto nitrogenado não protéico em rações de ruminantes, em uma variedade de condições dietéticas, tem sido utilizada, e seus efeitos devem ser avaliados em estudos de digestão, pois a sua presença pode influenciar na eficiência de utilização dos nutrientes pelo animal, além de produzir efeitos sobre a fermentação ruminal e afetar os produtos de excreção fecal e urinária.

Em virtude do processo de digestão nos ruminantes ser o resultado líquido de uma sequência de eventos que ocorrem em diferentes segmentos do trato gastrointestinal, o local de digestão influencia a natureza dos produtos finais absorvidos, a extensão com que as perdas ocorrem e, provavelmente, a resposta produtiva do animal (Merchen et al., 1997). Os estudos de digestão parcial dos nutrientes das rações são muito importantes, pois permitem quantificar a utilização dos nutrientes nos diferentes compartimentos do trato gastrintestinal, facilitando a avaliação das diferenças existentes entre as rações (Valadares Filho, 1985).

Ao comparar os locais de digestão da MS em animais Holandeses, mestiços Holandês-Zebu e zebuínos, Garcia (1982) não encontrou diferença entre os grupos genéticos.

Firkins et al. (1987), avaliando os efeitos da infusão de uréia no rúmen, em novilhos alimentados com 50% de feno, afirmaram que os coeficientes de digestibilidade ruminal da matéria orgânica e da fibra em detergente neutro não foram influenciados pelos tratamentos.

Os ruminantes consomem os compostos nitrogenados para obtenção de aminoácidos visando atender as demandas de manutenção e das funções produtivas. A importância do metabolismo dos compostos nitrogenados no rúmen se deve às alterações qualitativas e quantitativas dos aminoácidos nas proteínas ingeridas e à modificação da quantidade de compostos nitrogenados para o animal (Coelho da Silva & Leão, 1979).

Considerando o papel central da fermentação microbiana na digestão dos ruminantes, torna-se importante a avaliação dos compostos nitrogenados disponíveis para a absorção pelo animal. Os compostos nitrogenados não amoniacais (NNA) presentes no abomaso têm sido utilizados para avaliar os

compostos nitrogenados que chegam ao intestino delgado e incluem, principalmente, os compostos nitrogenados dietéticos não degradados e os compostos nitrogenados de origem microbiana. Os NNA totais do abomaso contêm ainda outra fração, a proteína endógena, constituída principalmente de enzimas, muco e células epiteliais (National Research Council - NRC, 1985).

A proteína microbiana supre a maioria dos aminoácidos no intestino delgado, sendo a proteína não degradável no rúmen a segunda maior fonte de aminoácidos absorvíveis para o animal (NRC, 2001).

Milton et al. (1997), avaliando os efeitos de dietas contendo 0; 0,5; 1,0 ou 1,5% de uréia na MS com 83% de milho laminado a seco, em novilhos em terminação, observaram que o fluxo de compostos nitrogenados e os compostos nitrogenados microbianos no duodeno não foram afetados pelos níveis de uréia.

A concentração de compostos nitrogenados amoniacais ($N-NH_3$) no rúmen é indispensável para o crescimento bacteriano, desde que associada a fontes de energia, e está diretamente relacionada com a solubilidade da proteína dietética e com a retenção de compostos nitrogenados pelo animal (Coelho da Silva & Leão, 1979). Segundo Stern & Hoover (1979), para variadas situações, cerca de 40 a 100% dos compostos nitrogenados microbianos podem ser derivados dos compostos nitrogenados amoniacais.

Quando a degradação da proteína excede a taxa de assimilação dos aminoácidos e da amônia na proteína microbiana, o catabolismo dos peptídeos e aminoácidos leva a uma excessiva concentração de amônia ruminal. Alguns dos peptídeos e aminoácidos que não foram incorporados na proteína microbiana, podem escapar da degradação ruminal, e serem fonte de aminoácidos absorvidos para o hospedeiro animal (NRC, 2001). Quanto maior a degradabilidade da proteína da ração, maior será a produção de amônia e possivelmente, maiores serão as perdas urinárias de compostos nitrogenados na urina (Russell et al., 1991).

O balanço de compostos nitrogenados consiste em se determinar a ingestão de nitrogênio e todas as excreções e perdas deste elemento pelo corpo. É útil na determinação do ganho ou perda de compostos nitrogenados pelo organismo e constitui um método de avaliação dos alimentos e do estado de nutrição do corpo do animal (Coelho da Silva & Leão, 1979).

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de quatro níveis de uréia na ração: 0; 0,65; 1,3 e 1,95% na MS, sobre as digestibilidades aparentes parciais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e balanço de compostos nitrogenados, em novilhos de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu.

Material e Métodos

O local do experimento, as instalações, os animais, o sistema de alimentação e a composição das rações foram descritos no capítulo anterior.

Os 16 animais dos grupos genéticos Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá (½ Hol-Guz), ½ sangue Holandês-Gir (½ Hol-Gir) e Zebu foram distribuídos em quatro quadrados latinos (grupos genéticos) 4x4, sendo quatro animais, quatro períodos experimentais e quatro tratamentos (rações); níveis crescentes de uréia (0; 0,65; 1,3 e 1,95% na MS).

Os animais foram castrados e posteriormente fistulados no rúmen e abomaso, segundo as técnicas descritas por Leão & Coelho da Silva (1980), sendo que apenas os animais Zebu foram fistulados também no íleo terminal, segundo técnica dos referidos autores.

O primeiro período experimental teve 13 dias de adaptação à dieta, e os demais períodos tiveram a duração de 10 dias de adaptação à dieta, conforme descrição no capítulo anterior. O mesmo esquema de coletas foi realizado para todos os períodos. Foram utilizados 6 dias para as coletas de fezes e digestas de abomaso e íleo, sendo que no 3º dia deste período de coleta, foi realizada a coleta de urina em 24 horas.

Foi utilizada a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador para estimar a produção fecal e os fluxos de MS nos compartimentos do trato gastrointestinal.

As coletas de fezes e digestas de abomaso e íleo foram feitas uma vez ao dia, em seis dias consecutivos, com intervalos de 26 horas entre dias, iniciando-se às 8 horas do dia 1 e terminando às 18 horas do dia 6. Estas

amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, a 65°C por 72 a 96 horas, moídas em moinho com peneira de 1 mm. Finalmente, foi elaborada uma amostra composta por animal em cada período, com base no peso seco de cada subamostra. As amostras compostas foram devidamente acondicionadas em recipientes de vidro e posteriormente submetidas às análises laboratoriais.

As amostras de urina, em cada período experimental, foram obtidas a partir de coletas em 24 horas (Valadares et al., 1997), utilizando-se funis coletores adaptados aos animais. Mangueiras de borracha, acopladas aos funis, conduziram a urina até recipientes plásticos contendo 250 mL de solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 20%. Após a coleta, foi determinado o volume total produzido, sendo as amostras homogeneizadas e, em seguida, retiradas alíquotas de 100 mL.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total e extrato etéreo (EE) foram realizadas conforme técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002), sendo que a proteína bruta (PB) foi obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio (N) total e o fator 6,25.

O teor da fibra em detergente neutro (FDN) das amostras e da FDN corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}) nos alimentos, foi determinado de acordo com Pell & Schofield (1993), utilizando-se o método da autoclave, conforme descrição de Rennó et al. (2002).

Os carboidratos totais (CHO) foram obtidos por intermédio da equação: $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$, (Sniffen et al. 1992), enquanto os carboidratos não-fibrosos (CNF), obtidos pela diferença entre CHO e FDN_{cp} nos alimentos, nas sobras e fezes, enquanto nas digestas de abomaso e íleo, entre CHO e FDN.

A quantificação dos compostos nitrogenados não amoniacais (NNA) na digesta de abomaso foi obtida por diferença entre o N total e o N amoniacal (N-NH₃) que foi determinado nas amostras *in natura* da digesta de abomaso. As concentrações de N-NH₃ nas amostras dos fluidos de abomaso foram determinadas mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2N, conforme técnica de Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980). Na urina foi realizada a quantificação dos compostos nitrogenados.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995).

Os critérios utilizados para escolha do modelo foram o fenômeno estudado, o coeficiente de determinação (r^2 , em %), que foi calculado como a relação entre a soma de quadrado da regressão e a soma de quadrado de tratamento e a significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t, a 5% de probabilidade.

Os quatro quadrados latinos foram analisados em conjunto. Para comparação entre os grupos genéticos, foi realizado o teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

As médias e coeficientes de variação para as digestibilidades ruminais da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF, em função dos grupos genéticos, podem ser visualizadas na Tabela 1. As digestibilidades ruminais da MS, MO e PB que apresentaram maiores valores, foram as dos animais mestiços, que não diferiram entre si ($P>0,05$). Por outro lado, as médias dos grupos Holandês, $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá e Zebu não foram diferentes ($P>0,05$). Valadares Filho (1985) relatou coeficientes de digestão ruminal da MS similares em animais Holandeses, $\frac{3}{4}$ Holandês-Zebu e Nelore submetidos a dietas a base de feno de capim-gordura, e Andrade (1992) encontrou digestibilidade ruminal da MO semelhante para bovinos Holandeses, $\frac{3}{4}$ e $\frac{1}{2}$ Holandês-Zebu e Nelore. Gomes (1982) e Lima (1986) relataram que o coeficiente de digestão ruminal da PB não foi influenciado pelos grupos genéticos (taurinos, zebuínos e mestiços).

A digestibilidade do EE mostrou o menor e maior valor, -10,10 e 5,42%, para os grupos Holandês e $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir, respectivamente. O valor negativo indica síntese de lipídeos microbianos.

Tabela 1 - Médias e coeficientes de variação (CV%) para as digestibilidades ruminais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) em função dos grupos genéticos.

Variáveis	Grupos genéticos				CV%
	Holandês	½ Hol-Guz	½ Hol-Gir	Zebu	
MS ¹	72,09b	75,19ab	78,32a	71,27b	5,21
MO ¹	78,38b	80,03ab	82,60a	78,81b	4,49
PB ²	25,00b	38,11ab	45,52a	31,08b	22,43
EE ²	-10,10b	1,10ab	5,42a	-4,96ab	411,34
CHO ¹	88,78a	87,22 ^a	89,01a	87,56a	4,67
FDN ¹	94,85a	90,81 ^a	93,65a	90,11a	6,70
CNF ¹	85,88a	85,16 ^a	86,34a	83,97a	5,90

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

¹ Digestibilidade calculada em % do total digestível.

² Digestibilidade expressa em % da quantidade que chegou a cada local.

A digestibilidade ruminal dos carboidratos, sejam CHO, FDN ou CNF não diferiu ($P>0,05$) entre os grupos genéticos, e apresentou médias de 88,14; 92,36 e 85,34%, respectivamente. Esses valores se encontram próximos aos de Leão (2002) de 91,30, 91,40 e 78,50%, para as respectivas digestões ruminais dos CHO, FDN e CNF, em estudo com animais ½ Holandês-Zebu submetidos a dieta com 60% de feno de capim tifton. Garcia (1982) relatou que a digestão ruminal dos carboidratos e da celulose não diferiu entre novilhos Holandeses, ½ Holandês-Zebu e zebuínos.

Na Tabela 2 são apresentadas as digestibilidades ruminais médias da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF e as respectivas equações de regressão, em função dos níveis de uréia na dieta. Pode ser observado que todas as digestões avaliadas não foram influenciadas pela inclusão de uréia na dieta ($P>0,05$).

As digestibilidades ruminais da MS e da MO apresentaram médias de 74,22 e 79,96%, respectivamente, valores próximos aos de Leão (2002), que encontrou média de 73,20 e 81,60% para as digestões ruminais da MS e MO, respectivamente, em estudo com novilhos submetidos a dieta com 60% de feno de capim tifton.

A digestão ruminal da PB mostrou resultado médio de 34,93%, cujo valor demonstra que houve um excesso de proteína em relação à energia da dieta. Apesar de não ter havido efeito do tratamento sobre essa variável, numericamente, os maiores valores foram encontrados para os níveis com maior inclusão de uréia na dieta, possivelmente refletindo maior reciclagem de compostos nitrogenados em função da maior proporção de uréia na ração, verificada pela concentração mais elevada de amônia ruminal, conforme será mostrado posteriormente.

Tabela 2 – Médias e equações de regressão (ER) para as digestibilidades ruminais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) em função dos níveis de uréia (NU) da ração.

Variáveis	Níveis de uréia				ER
	0	0,65	1,3	1,95	
MS ¹	75,25	74,11	71,81	75,70	$\hat{Y} = 74,22$
MO ¹	80,75	79,91	77,73	81,43	$\hat{Y} = 79,96$
PB ²	33,24	31,56	35,28	39,63	$\hat{Y} = 34,93$
EE ²	1,80	-4,50	-3,59	-2,25	$\hat{Y} = -2,14$
CHO ¹	89,11	88,94	85,75	88,77	$\hat{Y} = 88,14$
FDN ¹	91,98	93,70	87,93	95,81	$\hat{Y} = 92,36$
CNF ¹	87,45	86,07	84,91	82,92	$\hat{Y} = 85,34$

¹ Digestibilidade calculada em % do total digestível.

² Digestibilidade expressa em % da quantidade que chegou a cada local.

O coeficiente de digestibilidade ruminal do EE mostrou média de -2,14%, indicando ter havido síntese de lipídeos microbianos.

As digestões ruminais dos carboidratos, sejam os CHO, a FDN e os CNF, também não foram afetadas ($P > 0,05$) pela inclusão de níveis crescentes de uréia na dieta. A teoria que mais NNP na dieta, levando a uma maior concentração de amônia ruminal, aumentaria a digestão da FDN, e o inverso válido para os CNF, isto é, menos proteína verdadeira poderia acarretar em redução da digestão destes, não ocorreu. Segundo Russell et al. (1992), as

bactérias que fermentam carboidratos não estruturais utilizam, em média, 66% de peptídeos e aminoácidos e 34% de amônia como fonte de compostos nitrogenados para seu crescimento, contudo, se os primeiros não estiverem disponíveis, o nitrogênio deve ser derivado da amônia. Deve-se salientar que essa dieta continha 50% de concentrado.

Em estudo com novilhos alimentados com 50% de feno, submetidos a infusão contínua com uréia (0,4 ou 1,2% da MS da ração), Firkins et al. (1987) afirmaram que os coeficientes de digestibilidade ruminal da MO e da FDN não foram influenciados pelos níveis de uréia, apresentando médias de 69,90 e 90,75%, respectivamente.

Milton et al. (1997) relataram que as digestões ruminais da MO, FDA e do amido, importante CNF em dietas de ruminantes, não foram influenciadas pela adição de uréia (0 a 1,5% MS) na ração de novilhos.

Na Tabela 3 são mostradas as médias e coeficientes de variação para as digestibilidades intestinais totais da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF em função dos grupos genéticos. Observa-se que para as digestibilidades intestinais totais da MS e MO, os Holandeses não diferiram dos animais Holandês-Guzerá e Zebu ($P>0,05$), e os dois grupos de mestiços foram iguais ($P>0,05$). Esse comportamento da digestão intestinal total da MS e da MO é esperado, já que é um reflexo do resultado da digestão ruminal desses parâmetros.

Os coeficientes de digestibilidade intestinal total da PB e do EE não diferiram entre os grupos genéticos ($P>0,05$), e apresentaram médias de 60,41 e 83,21%, respectivamente. Podem ser observados os menores coeficientes de variação para essas variáveis, já que é no intestino delgado, preferencialmente, que ocorre a sua digestão. Assim como para as digestibilidades ruminais dos carboidratos, as digestões intestinais totais de CHO, FDN e CNF, para os grupos genéticos, não apresentaram diferença entre si ($P>0,05$).

Podem ser visualizadas na Tabela 4, as médias e suas respectivas equações de regressão, para as digestibilidades intestinais totais da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF, em função dos níveis de uréia. A digestão intestinal total da MS não foi afetada pela inclusão de níveis crescentes de uréia ($P>0,05$), assim como o observado para sua respectiva digestão no rúmen.

Seu valor médio de 25,78% é próximo ao encontrado por Leão (2002), de 26,80%, em estudo com novilhos submetidos a três níveis de ingestão.

Tabela 3 - Médias e coeficientes de variação (CV%) para as digestibilidades intestinais totais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) em função dos grupos genéticos.

Variáveis	Grupos genéticos				CV (%)
	Holandês	½ Hol-Guz	½ Hol-Gir	Zebu	
MS ¹	27,91a	24,81ab	21,68b	28,73a	14,99
MO ¹	21,62a	19,97ab	17,40b	21,19a	17,89
PB ²	61,21a	58,61a	58,13a	63,67a	6,32
EE ²	81,83a	81,33a	85,08a	84,60a	4,53
CHO ¹	11,22a	12,78a	10,99a	12,44a	34,68
FDN ¹	5,15a	9,19a	6,35a	9,89a	80,90
CNF ¹	14,12a	14,84a	13,66a	16,03a	34,33

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

¹ Digestibilidade calculada em % do total digestível.

² Digestibilidade expressa em % da quantidade que chegou a cada local.

Tabela 4 – Médias e equações de regressão (ER) para as digestibilidades intestinais totais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) em função dos níveis de uréia (NU) da ração.

Variáveis	Níveis de uréia				ER
	0	0,65	1,3	1,95	
MS ¹	24,75	25,89	28,19	24,30	$\hat{Y} = 25,78$
MO ¹	19,25	20,09	22,27	18,57	$\hat{Y} = 20,05$
PB ²	61,18	62,25	60,09	58,11	$\hat{Y} = 60,41$
EE ²	82,96	82,72	85,25	81,90	$\hat{Y} = 83,21$
CHO ¹	10,89	11,06	14,25	11,23	$\hat{Y} = 11,86$
FDN ¹	8,02	6,30	12,07	4,19	$\hat{Y} = 7,64$
CNF ¹	12,55	13,93	15,09	17,08	$\hat{Y} = 14,66$

¹ Digestibilidade calculada em % do total digestível.

² Digestibilidade expressa em % da quantidade que chegou a cada local.

Assim como para o coeficiente de digestibilidade intestinal total da MS e MO, as digestões dos nutrientes, não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos tratamentos. A digestibilidade intestinal aparente da PB apresentou média de 60,41%, valor próximo ao descrito por Leão (2002) de 66,00%. O NRC (1985) cita o valor de 80% como sendo a digestibilidade verdadeira da proteína.

A digestão intestinal dos CHO apresentou média de 11,86%, valor um pouco inferior ao relatado por Cabral (2002) de 14,12%, para dieta à base de feno de capim tifton-85. O valor médio de 7,64% encontrado para a digestibilidade intestinal total da FDN, confirma a quase totalidade da digestão desta no rúmen.

São apresentadas na Tabela 5, as médias, equações de regressão e coeficientes de determinação e de variação para as digestibilidades nos intestinos delgado e grosso da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF para o grupo genético Zebu.

Para os coeficientes de digestibilidade no intestino delgado, com exceção do EE, que apresentou comportamento linear decrescente em função dos teores de uréia da dieta, as demais variáveis estudadas não foram influenciadas pelos tratamentos. Possivelmente, esse comportamento apresentado para a digestão do EE, possa ser atribuído a uma tendência de menor ingestão deste nutriente, principalmente para o maior nível de inclusão de uréia, conforme descrição no capítulo anterior.

As digestões da MS, MO, PB, CHO e CNF apresentaram médias de 19,78; 15,71; 60,21; 6,39 e 7,03%, respectivamente. Firkins et al. (1987) relataram que a digestibilidade da MO no intestino delgado não sofreu influência da adição de uréia em níveis crescentes, e mostrou média de 26,10%. Ítavo et al. (2002), em estudo com animais zebuínos alimentados com diferentes níveis de concentrado, descreveram digestões médias de 53,73% para PB e 17,56% para CHO, valores inferior e superior, respectivamente, aos encontrados nessa pesquisa.

A digestibilidade da FDN no intestino delgado, apresentou valor médio de 4,13%, valor próximo de zero, uma vez que a FDN praticamente não é digerida neste local. Esse fato confirma a inferência que o fluxo de MS no íleo terminal foi estimado corretamente.

Tabela 5 - Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV%) para as digestibilidades da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) nos intestinos delgado e grosso, em função dos níveis de uréia (NU) da ração para os animais Zebu.

Variáveis	Níveis de uréia				ER	r^2	CV(%)
	0	0,65	1,3	1,95			
Digestibilidade no intestino delgado							
MS ¹	20,00	18,77	21,88	18,46	$\hat{Y}=19,78$		16,00
MO ¹	15,81	15,52	17,34	14,17	$\hat{Y}=15,71$		21,80
PB ²	60,75	61,48	60,89	57,72	$\hat{Y}=60,21$		6,92
EE ²	85,74	87,07	86,25	82,20	$\hat{Y}=87,030 - 1,760^*NU$	0,47	2,87
CHO ¹	7,21	4,63	6,59	7,12	$\hat{Y}=6,39$		89,66
FDN ¹	1,38	8,30	4,41	2,42	$\hat{Y}=4,13$		297,76
CNF ¹	11,45	2,07	3,03	11,59	$\hat{Y}=7,03$		137,07
Digestibilidade no intestino grosso							
MS ¹	6,40	9,15	10,88	9,36	$\hat{Y}=8,95$		35,93
MO ¹	3,56	5,59	6,95	5,80	$\hat{Y}=5,48$		50,68
PB ²	2,43	9,27	10,64	9,02	$\hat{Y}=7,84$		72,05
EE ²	-4,05	-25,58	8,32	0,44	$\hat{Y}=-5,22$		506,42
CHO ¹	4,08	6,28	7,46	6,39	$\hat{Y}=6,05$		54,69
FDN ¹	7,20	0,60	10,28	4,96	$\hat{Y}=5,76$		222,52
CNF ¹	2,00	11,51	8,46	13,99	$\hat{Y}=8,99$		98,30

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

¹ Digestibilidade calculada em % do total digestível.

² Digestibilidade expressa em % da quantidade que chegou a cada local.

A adição de uréia em níveis crescentes na ração não afetou ($P>0,05$) as digestibilidades no intestino grosso da MS, MO e dos nutrientes. As digestões da MS e MO apresentaram médias de 8,95 e 5,48%, respectivamente. Firkins et al. (1987), em estudo com inclusão de uréia na dieta, relataram que a digestibilidade da MO no intestino grosso apresentou média de 4,10%, valor próximo ao desse estudo.

O coeficiente de digestibilidade positivo para a PB no intestino grosso indica que houve absorção de nitrogênio na forma de amônia. Embora essa variável não tenha sido influenciada pelos níveis de uréia, apresentando média de 7,84%, nota-se um menor valor, 2,43% para o nível zero de inclusão de uréia, em comparação aos demais níveis, média de 9,64%.

As digestões do EE, CHO, FDN e CNF no intestino grosso apresentaram médias de -5,22; 6,05; 5,76 e 8,99%, respectivamente. Ítavo et al. (2002) relataram, para animais Zebu, 11,08% e Firkins et al. (1987) encontraram 10,95% para as respectivas digestões dos CHO e da FDN; valores superiores aos do presente trabalho.

Na Tabela 6 são apresentadas as médias para os compostos nitrogenados (N) ingeridos, presentes no abomaso, excretados nas fezes e urina e o balanço de N com os respectivos coeficientes de variação, para os animais Holandeses, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu. Conforme o observado para o consumo de MS, a ingestão de N dos animais Holandeses não diferiu dos Holandês-Guzerá ($P>0,05$), mas foi superior ($P<0,05$) aos animais Holandês-Gir. Por outro lado, este consumo de N entre os dois grupos mestiços não demonstrou diferença ($P>0,05$), e os animais Zebus apresentaram os menores valores ($P<0,05$), em decorrência do menor consumo de MS.

Com relação aos compostos nitrogenados presentes no abomaso, observa-se que os animais Holandeses apresentam fluxos de N total e de N não amoniacal superiores aos mestiços e zebuínos. Os fluxos dos mestiços não diferiram entre si ($P>0,05$), mas foram superiores ($P<0,05$) aos dos zebuínos. Esse comportamento pode ser explicado, em decorrência dos resultados apresentados para as ingestões de N pelos animais dos diferentes grupos genéticos. Segundo Van Soest (1994), os aumentos no consumo proporcionam maior escape de N microbiano e de compostos nitrogenados dietéticos para o duodeno, possivelmente em virtude do aumento na taxa de passagem.

Da mesma forma que para a ingestão de N, a excreção fecal de N não diferiu entre os animais Holandeses e os Holandês-Guzerá ($P>0,05$), mas foi superior ($P<0,05$) aos animais Holandês-Gir. Contudo, os dois grupos mestiços não demonstraram diferença ($P>0,05$), e os animais zebuínos apresentaram as menores excreções ($P<0,05$). Isso pode ser atribuído, possivelmente, às ingestões de N, já que a digestão total dos N foi semelhante para os grupos genéticos, conforme descrito no capítulo anterior.

Tabela 6 - Médias e coeficientes de variação (CV%) para os compostos nitrogenados (N) ingeridos, presentes no abomaso (ab), excretados nas fezes e urina e balanço de compostos nitrogenados (BN) em função dos grupos genéticos, expressos em g/dia.

Variáveis	Grupos genéticos				CV(%)
	Holandês	½ Hol-Guz	½ Hol-Gir	Zebu	
N ingerido	179,27a	155,45ab	141,25b	67,95c	14,80
Nab (N total)	133,69a	96,07b	76,32b	46,92c	17,16
Nab (NNA) ¹	128,03a	92,20b	72,91b	44,84c	17,65
N fezes	48,74a	39,74ab	31,62b	16,78c	23,01
N urina	74,45a	71,48a	68,70a	35,28b	21,05
BN	56,08a	44,22a	40,94a	15,89b	35,90
BN (% ingerido)	31,77a	28,45a	29,30a	17,08b	38,75

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

¹ Compostos nitrogenados não amoniacais.

A excreção urinária de N, bem como o balanço dos compostos nitrogenados, independente do modo como foi expresso, não diferiu entre os Holandeses e os dois grupos de mestiços, entretanto foram superiores a dos zebuínos ($P < 0,05$). A excreção de N urinário inferior para os zebuínos, possivelmente, é consequência do menor consumo de N apresentado por esses animais. O balanço de N mostrou uma menor retenção de N para os Zebus, demonstrando que o menor aporte de compostos nitrogenados no abomaso resultou em menor retenção de N no organismo animal, concordando com os resultados obtidos por Valadares et al. (1997). Essa menor retenção de N observada para os zebuínos pode ser em decorrência de alterações no comportamento desses animais devido à presença das fístulas, e ainda, foram o único grupo genético que apresentaram fístula ileal, podendo esse fato, ter afetado o consumo desses animais.

As médias para os compostos nitrogenados (N) ingeridos, presentes no abomaso, excretados nas fezes e urina e balanço de N e as respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação, em função dos níveis de uréia das dietas podem ser visualizadas na Tabela 7. A ingestão de N não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos níveis de uréia das rações, apresentando média de 135,98 g/dia. Isso pode ser explicado em virtude do comportamento observado para o consumo de MS, que não foi alterado pela utilização da uréia. Os fluxos de N total e N não amoniacal no abomaso também não

sofreram influência dos tratamentos ($P>0,05$), porém apresentaram redução numérica com a crescente inclusão de uréia na dieta.

As excreções fecal e urinária de N não foram influenciadas pela inclusão de uréia à dieta, e apresentaram médias de 34,22 e 62,48 g/dia, respectivamente. Cecava & Hancock (1994), ao avaliarem a suplementação com uréia (1,72% da MS) ou combinações de farelo de soja com farinha de pena para novilhos submetidos a dietas contendo 60% de silagem de milho, relataram que a excreção fecal de N não foi influenciada pelos tratamentos, contudo a excreção urinária de N foi maior para a dieta com uréia que para as combinações de farelo de soja com farinha de pena.

Tabela 7 – Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) para os compostos nitrogenados (N) ingeridos, presentes no abomaso (ab), excretados nas fezes e urina e balanço de compostos nitrogenados (BN) em função dos níveis de uréia (NU) na ração, expressos em g/dia.

Variáveis	Níveis de uréia				ER	r^2
	0	0,65	1,3	1,95		
N ingerido	140,76	133,79	138,02	131,34	$\hat{Y}=135,98$	
Nab (N total)	96,29	86,91	87,44	82,37	$\hat{Y}=88,25$	
Nab (NNA) ¹	92,61	83,01	84,04	78,32	$\hat{Y}=84,49$	
N fezes	36,43	33,29	34,16	33,00	$\hat{Y}=34,22$	
N urina	61,61	58,53	64,98	64,78	$\hat{Y}=62,48$	
BN	42,71	41,98	38,88	33,57	$\hat{Y}=39,29$	
BN (% ingerido)	29,87	29,13	24,26	23,34	$\hat{Y}=30,322 - 3,764^*NU$	0,90

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

¹ Compostos nitrogenados não amoniacais.

O balanço de N, expresso em g/dia, não foi afetado pela inclusão de uréia na dieta ($P>0,05$), contudo, apresentou redução numérica para os maiores níveis de uréia. Essa variável quando expressa em % do ingerido, mostrou comportamento linear decrescente em função da adição de uréia na ração ($P<0,05$), mostrando menor retenção de N para as maiores proporções de uréia. Em virtude do fato de a ingestão e excreção fecal de N não terem sido afetadas pelos tratamentos, pode-se inferir que a excreção urinária de N, apesar de não ter demonstrado diferença estatística, possa ser a responsável

pela redução na retenção de N nos níveis mais elevados de uréia na dieta, já que a excreção de N-uréia na urina, principal forma de eliminação de N, mostrou tendência de aumento em função dos tratamentos, conforme será mostrado posteriormente.

Cecava & Hancock (1994) também relataram menor retenção de N em animais que recebiam dieta que continha uréia (1,72% da MS) em relação aos que recebiam rações com farelo de soja e farinha de pena. No entanto, Knaus et al. (2001) relataram que o balanço de N, expresso em g/dia, ou em % do ingerido, não diferiu entre animais que recebiam dieta que continha uréia (1,8% na MS) e uréia+subprodutos de origem animal, para novilhos Holandeses.

Conclusões

De uma maneira geral, os locais de digestão não foram alterados pelo tipo de animal (taurino, zebuino e seus mestiços) e pela inclusão de uréia na ração.

Os animais zebuínos apresentaram ingestão, excreção e balanço de compostos nitrogenados inferior aos demais grupos genéticos.

A retenção de compostos nitrogenados apresentou redução com a utilização de uréia na dieta.

Literatura Citada

ANDRADE, A.T. **Digestão total e parcial da matéria seca, matéria orgânica, energia bruta e proteína bruta em diferentes grupos genéticos de bovídeos.** Viçosa, MG: UFV, 1992. 181p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1992.

CABRAL, L.S. **Avaliação de alimentos para ruminantes por intermédio de métodos *in vivo* e *in vitro*.** Viçosa, MG:UFV, 2002. 133p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.

CECAVA, M.J.; HANCOCK, D.L. Effects of anabolic steroids on nitrogen metabolism and growth of steers fed corn silage and corn-based diets supplemented with urea or combinations of soybean meal and feathermeal. **Journal of Animal Science**, v.72, p.515-522, 1994.

- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380 p.
- FIRKINS, J.L.; LEWIS, S.M.; MONTGOMERY, L. et al. Effects of feed intake and dietary urea concentration on ruminal dilution rate and efficiency of bacterial growth in steers. **Journal of Dairy Science**, v.70, p.2312-2321, 1987.
- GARCIA, A.B. **Digestão parcial e total de carboidratos em quatro diferentes grupos genéticos de novilhos**. Viçosa, MG: UFV, 1982. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1982.
- GOMES, S.Z. **Digestão parcial e total da proteína e energia e consumo voluntário de matéria seca por diferentes grupos genéticos de bovídeos**. Viçosa, MG: UFV, 1982. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1982.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1543-1552, 2002.
- KNAUS, W.F.; BEERMANN, D.H.; GUIROY, P.J. et al. Optimization of rate and efficiency of dietary nitrogen utilization through the use of animal by-products and(or) urea and their effects on nutrient digestion in Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p. 753-760, 2001.
- LEÃO, M.I.; COELHO DA SILVA, J.F. Técnicas de fistulação de abomaso em bezerros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17, 1980, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1980. p.37.
- LEÃO, M.I. **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo, digestibilidade e produção microbiana**. Belo Horizonte, MG:UFMG, 2002. 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.
- LIMA, F.C. **Digestão total e parcial da energia e proteína em taurinos, zebuínos e seus mestiços e em bubalinos**. Viçosa, MG: UFV, 1986. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1986.
- MERCHEN, N.R.; ELIZALDE, J.C.; DRACKLEY, J.K. Current perspective on assessing site of digestion in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.75, p. 2223-2234, 1997
- MILTON, C.T.; BRANDT Jr, R.T.; TITGEMEYER, E.C. Urea in dry-rolled corn diets: finishing steer performance, nutrient digestion, and microbial protein production. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1415-1424, 1997.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington, DC: National Academy, 2001. 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Ruminant nitrogen usage**. Washington D.C. 138p. 1985.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1063-1073, 1993.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Indicadores interno ou externo e efeito da contaminação da fibra em detergente neutro sobre a digestibilidade aparente total em novilhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.
- 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, p.3551-3561, 1992.
- RUSSELL, J.B.; ONODERA, R.; HINO, T. Ruminant protein fermentation: New perspectives and previous contradictions. In: TSUDA, T., SASAKI, Y., KAWASHIMA, R. (Ed.). **Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants**. New York: Academic Press, 1991. p.681-697.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- STERN, M.D.; HOOVER, W.H. Methods for determining and factors affecting rumen microbial synthesis: a review. **Journal of Animal Science**, v.49, p. 1590-1603, 1979.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – SAEG. **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG, 1995. (Apostila).
- VALADARES FILHO, S. C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. Viçosa, MG: UFV, 1985. 148 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1985.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanços de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1259-1263, 1997.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock Publ. Assoc. Ithaca, 1994. 476p.

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

**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**

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito de quatro níveis de uréia na ração: 0; 0,65; 1,3 e 1,95% na MS, sobre a estimativa da produção de proteína microbiana por meio dos derivados de purinas na urina em duas metodologias de coleta em novilhos de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu. Os animais foram distribuídos em quatro quadrados latinos (grupos genéticos) 4x4, sendo quatro animais, quatro períodos experimentais e quatro tratamentos (rações), sendo alimentados com 50% de feno de capim tifton-85 e 50% de concentrado. As dietas continham aproximadamente 12% PB. As amostras de urina, em cada período experimental, foram obtidas a partir de coletas em 24 horas e por meio da coleta de urina *spot*, quando os animais urinaram espontaneamente. Na urina foram realizadas as análises dos derivados de purinas, alantoína e ácido úrico. Foi feita comparação entre a produção microbiana usando as bases purinas no abomaso com os derivados de purinas na urina; entre as determinações da produção microbiana pelos derivados de purinas com duas equações distintas ou com as bases purinas no abomaso; e a comparação entre a estimativa da produção urinária, dos derivados de purinas e da produção microbiana através da coleta de urina *spot* com a coleta total de urina em 24 horas. A produção e as eficiências microbianas mostraram-se superiores para os animais Holandeses, intermediárias para os mestiços e inferiores para os zebuínos. A estimativa da produção de compostos nitrogenados microbianos pode ser feita a partir da excreção dos derivados de purinas na urina. Sugere-se que a excreção urinária dos derivados de purinas seja determinada utilizando a equação de Orellana Boero et al. (2001). A coleta de urina *spot* consiste em metodologia rápida e eficaz na estimativa da excreção urinária dos derivados de purinas e da produção de compostos nitrogenados microbianos.

Palavras-chave: nitrogênio microbiano, novilhos, purinas na urina, uréia

Urea Levels in Diet for Steers of Four Genetic Groups: Microbial Protein Production by the Urinary Purine Derivatives, Using Two Collection Methodology

ABSTRACT - This research was carried out to evaluate the effect of four dietary urea levels: 0, 0.65, 1.3 and 1.95% in DM, on the microbial protein production, by the urinary purine derivatives, using two collection methodology, in steers of four genetic groups: Holstein, ½ Holstein-Guzera, ½ Holstein-Gir and Zebu. The animals were assigned to four 4x4 latin squares (genetic groups), being four animals, four experimental periods and four treatments (rations) and were fed diets with 50% tifton-85 bermudagrass hay and 50% concentrate; the diets were composed of, approximately, 12% CP. The urine samples, from each experimental period, were obtained from 24-h collection and *spot* urine collection, when the animals spontaneously urinated. Analyses of derivatives of purine, allantoin and uric acid were performed in the urine. A comparison among the: microbial production using the purine bases in the abomasum and urinary purine derivatives; determination of microbial production by purine derivatives using two different equations or purine base method in the abomasum; and estimate of urinary estimate of purine derivatives and microbial production by means of *spot* urine collection and by 24-h total urine collection, was performed. Production and microbial efficiency showed higher values for Holstein animals, intermediary values for crossbred and smaller values for Zebu. The estimate of microbial nitrogen compounds production was performed from the excretion of urinary purine derivatives. It is recommended to determine the excretion of urinary purine derivatives by using the Orellana Boero et al. (2001) equation. The *spot* urine collection is a fast and efficient methodology to estimate the excretion of urinary purine derivatives and the microbial nitrogen compounds production.

Key Words: microbial nitrogen, steers, purine in the urine, urea

Introdução

As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas pelos aminoácidos que chegam ao intestino delgado, os quais são provenientes, principalmente, da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína dietética não degradada no rúmen (National Research Council - NRC, 2001).

Como a maior parte do nitrogênio que chega ao intestino delgado é de origem microbiana, isto evidencia que a eficiência de crescimento microbiano tem um considerável impacto na nutrição de ruminantes (Russell et al., 1992, Firkins et al., 1998). Ainda considerando que a proteína microbiana é de alta qualidade, torna-se importante maximizar sua síntese em nível de rúmen (Blümmel & Lebzien, 2001).

Clark et al. (1992) destacaram que a composição das bactérias isoladas do rúmen apresenta variações descritas na literatura, e apresentaram valores médios de 77,5% para matéria orgânica (MO), 7,7% para nitrogênio (N) total, 7,3% para RNA-purinas e 13,7% para a relação N-RNA: N-total. Considerando dados de dez experimentos conduzidos no Brasil, Valadares Filho (1995) relatou valores médios de 89,2% para o teor de matéria seca (MS) e 84,6; 7,1; 8,6; 4,6 e 17,6%, para os respectivos teores de MO, N total, RNA-purinas, lipídeos e relação N-RNA: N-total, expressos na base da MS.

Muitos são os fatores que afetam a eficiência de síntese da proteína bruta microbiana (NRC, 1985, Russell et al., 1992). A maximização da eficiência de síntese microbiana poderá ser conseguida através da manipulação dos componentes da dieta. As disponibilidades de energia e de nitrogênio são os principais determinantes do processo de síntese microbiana no rúmen (Moscardini et al., 1998), e os carboidratos tanto estruturais, como não estruturais, são as melhores fontes de energia para o crescimento bacteriano (Clark et al., 1992).

Aumentos no consumo proporcionam maior escape de compostos nitrogenados microbianos e de nitrogênio dietético para o duodeno, possivelmente em virtude do aumento na taxa de passagem (Van Soest, 1994). Para Clark et al. (1992), aumentos nos consumos de MS estão relacionados a um maior fluxo de N microbiano para o abomaso, em decorrência da redução do requerimento de manutenção de microrganismos.

Peptídeos, aminoácidos e amônia são nutrientes para o crescimento de bactérias. Há evidência que aminoácidos e especialmente peptídeos estimulam a produção de microrganismos que estão crescendo em fontes de energia rapidamente degradáveis, entretanto, quando os substratos energéticos são fermentados lentamente, esta estimulação não ocorre (NRC, 2001).

A eficiência de síntese microbiana tem sido expressa de diferentes formas: em função dos nutrientes digestíveis totais – NDT (NRC, 1989 e 2001), da matéria orgânica degradada no rúmen – MODR (Agricultural Research Council - ARC, 1984), da energia metabolizável fermentável da dieta (Agricultural and Food Research Council - AFRC, 1993), dos carboidratos totais degradados no rúmen – CHODR, segundo o Cornell Net Carbohydrate and Protein System - CNCPS, descrito por Russell et al. (1992).

Os métodos utilizados para medir a quantidade de compostos nitrogenados microbianos baseiam-se em marcadores microbianos, como bases purinas (RNA), ácido 2,6 diaminopimélico (DAPA), ³⁵S e ¹⁵N, e a utilização dessas metodologias, requer que os animais sejam preparados cirurgicamente. Nesse sentido, segundo Susmel et al. (1994), tem havido interesse crescente no desenvolvimento de técnicas não-invasivas para se estimar a produção microbiana.

As pesquisas, ao longo dos últimos anos, confirmaram a relação entre produção de proteína microbiana e excreção urinária de derivados de purinas. Esta técnica admite que os ácidos nucleicos no duodeno são de origem predominantemente microbiana e, após digestão intestinal e absorção, os derivados de purinas são proporcionalmente recuperados na urina, principalmente na forma de alantoína, mas também como ácido úrico, hipoxantina e xantina (Perez et al., 1996).

Segundo Verbic et al. (1990), nos bovinos, os derivados de purinas urinários têm composição de, aproximadamente, 85% de alantoína e 15% de ácido úrico. Rennó et al. (2000), trabalhando com novilhos, verificaram que a excreção de xantina e hipoxantina por ser irrisória em bovinos, não necessita ser determinada.

A excreção de derivados de purinas está diretamente relacionada com a absorção de purinas e com o conhecimento da relação N-purinas:N-total na massa microbiana (Chen & Gomes, 1992), e pode ser utilizada uma vez que a

excreção endógena de derivados de purinas e a relação quantitativa entre a excreção de derivados de purinas e a absorção de purinas tenham sido previamente determinadas (Verbic et al., 1990; Orellana Boero et al., 2001).

Perez et al. (1996), com ovinos e Martín-Orúe et al. (2000), em novilhas, estimaram o fluxo de compostos nitrogenados microbianos a partir das bases purinas no duodeno e da excreção dos derivados de purinas na urina, e concluíram que a excreção dos derivados de purinas refletiu as diferenças entre tratamentos obtidas com a mensuração a partir das bases purinas.

Vagnoni et al. (1997) e Johnson et al. (1998), trabalhando com vacas de leite; De Boever et al. (1998), com novilhos e Yu et al. (2002), com ovinos concluíram que a excreção urinária de derivados de purinas apresentou correlação positiva com a estimativa do fluxo de compostos nitrogenados microbianos no duodeno.

Rennó et al. (2000), em estudo com animais mestiços e zebuínos, comparando os métodos das bases purinas e da excreção de derivados de purinas na urina verificaram, em ambos os grupos genéticos, que a produção microbiana pode ser mensurada pela excreção dos derivados de purinas na urina. Pimpa et al. (2001) relataram que a excreção urinária dos derivados de purinas urinários em zebuínos é similar a de bovinos de raça européia.

Métodos baseados na excreção de derivados de purinas na urina são menos invasivos que a fistulação de animais, mas requerem coleta total de urina. Entretanto, pode ser possível simplificar a coleta de urina sob condições a campo (Chen & Gomes, 1992). Como a excreção de creatinina na urina é relativamente constante em função do peso vivo (Valadares et al., 1997b) e pode ser usada como um indicador da produção urinária, possibilita a estimativa da excreção dos derivados de purinas sem a coleta total de urina, pela utilização de uma única amostra de urina, denominada de amostra *spot* (Valadares et al., 1999).

Leão (2002) concluiu que a estimativa da produção de compostos nitrogenados microbianos utilizando a excreção urinária de derivados de purinas por meio da amostra de urina *spot* foi adequada, reforçando a viabilidade do uso desta metodologia.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de quatro níveis de uréia na ração: 0; 0,65; 1,3 e 1,95% na MS, sobre a estimativa

da produção de proteína microbiana por meio dos derivados de purinas na urina utilizando duas metodologias de coleta em novilhos de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu.

Material e Métodos

O local do experimento, as instalações, os animais, o sistema de alimentação, a composição das rações, a duração do período de adaptação e a determinação dos fluxos de matéria seca abomasal e ileal foram descritos nos capítulos anteriores. Os 16 animais dos quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá (½ Hol-Guz), ½ sangue Holandês-Gir (½ Hol-Gir) e Zebu foram distribuídos em quatro quadrados latinos (grupos genéticos) 4x4, sendo quatro animais, quatro períodos experimentais e quatro tratamentos (rações).

No penúltimo dia do período de adaptação às dietas foi efetuada a coleta de urina *spot*. Durante os 6 dias subsequentes, foram realizadas as coletas de fezes e digestas de abomaso e íleo para a estimativa da digestibilidade, sendo que no 3º dia deste período de coleta, foi realizada a coleta de urina em 24 horas. No último dia do período experimental foi feita a coleta de conteúdo ruminal para isolamento de bactérias.

As amostras de urina, em cada período experimental, foram obtidas a partir de coletas em 24 horas (Valadares et al., 1997a), utilizando-se funis coletores adaptados aos animais. Mangueiras de borracha, acopladas aos funis, conduziram a urina até recipientes plásticos contendo 250 mL de solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 20%. Após a coleta, foi determinado o volume total de urina produzido, e as amostras foram homogeneizadas e, em seguida, retiradas alíquotas de 100 mL. Estas amostras de urina tiveram o pH ajustado abaixo de 3 e foram diluídas 3 a 4 vezes, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas urinários e precipitação de ácido úrico. Devidamente identificadas, foram armazenadas a -15°C para posteriores análises laboratoriais.

As amostras de urina *spot* foram coletadas aproximadamente 4 horas após a alimentação, quando os animais urinaram espontaneamente. Nessa coleta utilizaram-se os mesmos funis descritos para a coleta de urina em 24 horas, sendo que foram retirados assim que o animal urinou. Também foram retiradas alíquotas de 100 mL de urina, e se procedeu da mesma forma que para as amostras de urina coletadas em 24 horas.

No último dia de cada período experimental foram coletadas amostras de digesta ruminal, de cada animal, para o isolamento de bactérias, conforme metodologia descrita por Cecava et al. (1990). As análises bromatológicas das bactérias foram realizadas segundo Silva & Queiroz (2002). O indicador microbiano usado para a quantificação dos microrganismos, foi as bases purinas, cuja determinação seguiu a técnica descrita por Ushida et al. (1985).

Na urina foram realizadas as análises de derivados de purinas (alantoína e ácido úrico), que foram feitas 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 (\hat{Y} , mmol/dia), por intermédio da equação: $\hat{Y} = 0,85X + 0,385 PV^{0,75}$, em que 0,85 é a recuperação das purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e $0,385 PV^{0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al., 1990). Esse cálculo também foi efetuado, segundo equação de Orellana Boero et al. (2001), que estimaram recuperação das purinas na urina de 0,84 e excreção endógena de $0,235 PV^{0,75}$.

O fluxo intestinal de compostos nitrogenados (N) microbianos (\hat{Y} , g N/dia) foi calculado em função das purinas microbianas absorvidas (X , mmol/dia), utilizando-se a equação $\hat{Y} = (70X) / (0,83 \times \text{relação N-purina:N-total nas bactérias} \times 1000)$, em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol) e 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas (Chen & Gomes, 1992). Foi utilizada para esse cálculo, a relação N-purina:N-total média para cada tratamento, em % da matéria orgânica, obtida das bactérias ruminais.

Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 1995). Os critérios utilizados para escolha do modelo foram o fenômeno estudado, o coeficiente de determinação (r^2 , em %), que foi

calculado como a relação entre a soma de quadrado da regressão e a soma de quadrado de tratamento e a significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t, a 5% de probabilidade.

A comparação entre a produção microbiana utilizando as bases purinas no abomaso com os derivados de purinas na urina; e também entre as determinações da produção microbiana entre a equação de Orellana Boero et al. (2001) com a de Verbic et al. (1990) ou com as bases purinas no abomaso; e a comparação entre a estimativa da produção urinária, dos derivados de purinas e da produção microbiana através da coleta de urina *spot* com a coleta total de urina em 24 horas, foram realizadas pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Os quatro quadrados latinos foram analisados em conjunto. Para comparação entre os grupos genéticos, foi realizado o teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentadas as médias e coeficientes de variação para a composição das bactérias isoladas do rúmen, para os grupos genéticos. Pode ser observado que os teores de MS, CHO, EE, NT e N-RNA das bactérias não diferiram entre os grupos genéticos ($P > 0,05$). As quantidades de MO e a relação N-RNA:NT diferiram entre os animais ($P < 0,05$). Os valores de 80,74 e 74,61% para os respectivos teores médios de MS e MO das bactérias ruminais, estão próximos dos encontrados por Valadares Filho et al. (1990b), em estudo com animais Holandeses, Nelores, Búfalos e 7/8 Holandês-Zebu, onde relataram valores de 82,35 e 71,43% para os teores de MS e MO das bactérias ruminais, respectivamente.

As médias para a composição das bactérias ruminais e as respectivas equações de regressão em função dos níveis de uréia das rações encontram-se na Tabela 2. Pode ser observado que todas as variáveis avaliadas não foram influenciadas pela inclusão de quantidades crescentes de uréia na dieta.

Tabela 1 - Médias e coeficientes de variação (CV%) para a matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHO), extrato etéreo (EE), nitrogênio total (NT), N do ácido ribonucléico (N-RNA) e relação N-RNA:NT das bactérias isoladas do rúmen, em função dos grupos genéticos.

Variáveis	Grupos genéticos				CV%
	Holandês	½ Hol-Guz	½ Hol-Gir	Zebu	
MS (%)	82,39a	80,27a	80,03a	80,26a	4,70
MO ¹	77,11a	73,07b	72,45b	75,77ab	4,44
CHO ¹	22,12a	19,89a	20,41a	22,05a	17,74
EE ¹	10,85a	10,48a	10,06a	10,64a	9,65
NT ¹	7,06a	6,83a	6,72a	6,89a	7,67
NT ²	9,16a	9,39a	9,28a	9,12a	7,54
N-RNA ¹	1,40a	1,44a	1,32a	1,20a	16,90
N-RNA:NT ¹	19,80ab	21,07a	19,75ab	17,37b	13,82
N-RNA:NT ²	15,27ab	15,37a	14,27ab	13,14b	14,10

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

¹ Expresso em % da MS.

² Expresso em % da MO.

O teor médio de MS das bactérias foi de 80,74%, inferior ao relatado por Cabral (2002), de 85,00%, em estudo com três volumosos e Valadares Filho (1995), de 89,20%, em revisão de dados da literatura nacional. O valor de 74,61% para a MO foi próximo do citado por Clark et al. (1992) de 77,5%, e inferior as médias 79,33 e 91,07% relatadas por Ítavo et al. (2002) e Cardoso et al. (2000), respectivamente. Esse baixo valor encontrado para o teor de MO nas bactérias, foi possivelmente, devido ao alto teor de cinzas nas bactérias, em decorrência da contaminação com solução salina durante o seu processo de isolamento. Tal fato foi relatado por Leão (2002) e Cabral (2002), que utilizaram a mesma metodologia descrita nesse estudo, onde encontraram porcentagem de MO nas bactérias de 71,5 e 72,90%, respectivamente.

O teor de EE médio das bactérias ruminais de 10,50% é semelhante ao relatado por Dias et al. (2000) e Tibo et al. (2000) de 10,53 e 10,51%, respectivamente, e superior ao relatado por Cabral (2002), 3,39%; Ítavo et al. (2002), 4,47%, e Van Soest (1994), que relatou valor médio de 4,25%. Os valores de NT, expressos tanto na MS como na MO, estão muito próximos dos relatados por Leão (2002), de 6,86 e 9,70%, respectivamente.

Tabela 2 – Médias e equações de regressão (ER) para a matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHO), extrato etéreo (EE), nitrogênio total (NT), N do ácido ribonucléico (N-RNA) e relação N-RNA:NT das bactérias isoladas do rúmen, em função dos níveis de uréia (NU) da ração.

Variáveis	Níveis de uréia				ER
	0	0,65	1,3	1,95	
MS (%)	80,18	80,45	81,96	80,36	$\hat{Y}=80,74$
MO ¹	73,59	75,40	75,46	73,97	$\hat{Y}=74,61$
CHO ¹	19,85	20,78	22,80	21,03	$\hat{Y}=21,12$
EE ¹	10,81	10,24	10,33	10,64	$\hat{Y}=10,50$
NT ¹	6,87	7,10	6,77	6,77	$\hat{Y}=6,88$
NT ²	9,37	9,44	8,99	9,16	$\hat{Y}=9,24$
N-RNA ¹	1,33	1,39	1,29	1,36	$\hat{Y}=1,34$
N-RNA:NT ¹	19,24	19,61	19,15	19,99	$\hat{Y}=19,50$
N-RNA:NT ²	14,12	14,78	14,38	14,76	$\hat{Y}=14,51$

¹ Expresso em % da MS.

² Expresso em % da MO.

A relação N-RNA:NT das bactérias ruminais, expressa na base da MS, apresentou média de 19,50, valor superior aos citados por Clark et al. (1992) e Valadares Filho (1995), em revisão de literatura, de 13,7 e 17,6%, respectivamente, e inferior à media de 24,0, encontrada por Leão (2002). Quando essa relação foi expressa em % da MO, mostrou média de 14,51%, valor muito próximo ao relatado por Ítavo et al. (2002) de 14,78%, e inferior ao apresentado por Cabral (2002), de 18,40%. Vale salientar que a quantificação da produção microbiana no abomaso pelas bases purinas, é determinada utilizando essa relação nas bactérias isoladas de rúmen.

As médias para a matéria orgânica degradada no rúmen (MODR), os carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), os compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e matéria seca microbiana (MSmic) presentes no abomaso, e eficiência microbiana expressa em g Nmic/Kg MODR, g Nmic/Kg CHODR, g MSmic/Kg CHODR e g PBmic/100 g NDT e os respectivos coeficientes de variação para os grupos genéticos, encontram-se na Tabela 3. Pode ser observado que para a MODR e os CHODR, os animais Holandeses e os mestiços não diferiram entre si ($P>0,05$), e foram superiores aos zebuínos ($P<0,05$). Esses resultados podem ser justificados pelos maiores valores

observados para o consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e carboidratos totais (CHO) apresentado pelos Holandeses, intermediários para os mestiços e menores para os zebuínos. Maiores consumos de MS foram observados por Leão (2002) com o incremento de oferta de alimentos, possibilitando assim, quantidades crescentes de MODR e CHODR.

Para o N microbiano e a produção de MS_{mic}, os animais do grupo Holandês foram superiores em relação aos demais ($P < 0,05$). Para os mestiços, essas variáveis não diferiram entre si ($P > 0,05$), e foram superiores ($P < 0,05$) aos zebuínos. Esse comportamento pode ser explicado, em decorrência dos resultados apresentados para as ingestões de MS pelos grupos genéticos. Segundo Owens et al. (1986), a produção de N microbiano geralmente aumenta com a elevação do consumo de MS, pois, provavelmente, há um aumento na taxa de passagem de líquidos e sólidos em animais submetidos a ingestões mais altas, o que diminui a proporção de energia utilizada pelas bactérias para manutenção. Vale salientar que a produção de N microbiano determinada utilizando as bases purinas como indicador, foi calculada utilizando-se a relação N-RNA:NT das bactérias ruminais expressa na MO.

A eficiência microbiana, expressa em g N_{mic}/Kg MODR, foi superior para os novilhos Holandeses ($P < 0,05$) em relação aos mestiços e zebuínos, que não diferiram entre si. Discordando desse resultado, Valadares Filho et al. (1990a) não encontraram diferenças na eficiência microbiana entre novilhos Holandeses e Nelores, e relataram média de 26,15 g N_{mic}/Kg MODR. O ARC (1980) relatou valor médio para bovinos de 32 g N_{mic}/Kg MODR, para rações sem uréia. Ao se comparar esses valores supracitados com os encontrados na presente pesquisa, pode-se observar que estes estão supostamente baixos, possivelmente em virtude da baixa produção de N microbiano, talvez em decorrência da alta relação N-RNA:NT das bactérias ruminais.

Quando expressa em g N_{mic}/Kg CHODR e g PB_{mic}/100 g NDT, a eficiência de síntese microbiana apresentada pelo grupo Holandês não diferiu do ½ Holandês-Guzerá ($P > 0,05$), e foi superior aos grupos ½ Holandês-Gir e Zebu ($P < 0,05$). Por outro lado, o grupo genético ½ Holandês-Guzerá não diferiu dos ½ Holandês-Gir e Zebu. Os resultados da eficiência microbiana expressa em g PB_{mic}/100 g NDT, se enquadram nas considerações do NRC

(1996), de que, com a redução do consumo de NDT, possa ocorrer redução na eficiência de síntese microbiana, devido a menores taxas de passagem.

Tabela 3 - Médias e coeficientes de variação (CV%) para matéria orgânica degradada no rúmen (MODR), carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e matéria seca microbiana (MSmic) presentes no abomaso, e eficiência microbiana expressa em g Nmic/Kg MODR (1), g Nmic/Kg CHODR (2), g MSmic/Kg CHODR (3) e g PBmic/100 g NDT (4), em função dos grupos genéticos.

Variáveis	Grupos genéticos				CV%
	Holandês	½ Hol-Guz	½ Hol-Gir	Zebu	
MODR ⁵	4,44a	4,17a	4,05a	1,92b	14,25
CHODR ⁵	4,20a	3,80a	3,63a	1,80b	13,86
Nmic ⁶	91,74a	70,86b	60,74b	31,43c	19,21
MSmic ⁶	1329,89a	1039,22b	907,96b	457,83c	23,37
1	20,70a	17,13b	15,46b	16,33b	16,14
2	21,66a	18,77ab	17,14b	17,35b	14,78
3	311,50a	276,08ab	258,70ab	251,74b	17,06
4	9,32a	8,25ab	7,71b	7,72b	15,58

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

⁵ Kg/dia.

⁶ g/dia.

A MSmic quando expressa em função dos CHODR, não diferiu entre os animais Holandeses e mestiços ($P>0,05$), contudo estes últimos não diferiram dos Zebu ($P>0,05$). De forma geral, as eficiências microbianas, apresentaram-se superiores para os animais Holandeses, intermediárias para os animais mestiços, e inferiores para os zebuínos, refletindo o comportamento do consumo de MS dos respectivos grupos genéticos.

Na Tabela 4 são apresentadas as médias para a matéria orgânica degradada no rúmen (MODR), os carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), os compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e matéria seca microbiana (MSmic) presentes no abomaso, e eficiência microbiana expressa em g Nmic/Kg MODR, g Nmic/Kg CHODR, g MSmic/Kg CHODR e g PBmic/100 g NDT, e as respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação, em função dos níveis de uréia da ração. A degradação ruminal

da MO e dos CHO não foram influenciados pela inclusão de uréia na ração ($P > 0,05$). Isso pode ser atribuído, possivelmente, ao fato das ingestões de MS, MO e CHO não terem sido afetadas pelos tratamentos.

O fluxo de N microbiano apresentou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$) e a MS_{mic} não foi influenciada pela adição de uréia na dieta. Segundo o NRC (2001), há evidências de que aminoácidos e especialmente peptídeos estimulam a produção de microrganismos que estão crescendo em fontes energéticas rapidamente degradáveis, entretanto, quando os substratos energéticos são fermentados lentamente, esta estimulação não ocorre. Resultados distintos aos desse estudo foram apresentados por Kropp et al. (1977), em avaliação da substituição da PB do farelo de soja por uréia, nos níveis 0, 25, 50 ou 75%, em novilhos alimentados com 75% de feno de baixa qualidade, onde relataram que a produção de N microbiano foi relativamente constante independente do nível de adição de uréia.

A eficiência microbiana, expressa em g N_{mic} em função da MODR e CHODR, mostrou comportamento linear decrescente com a inclusão de uréia na ração, provavelmente em decorrência do comportamento observado para o fluxo de N microbiano.

Quando a eficiência microbiana foi expressa em g MS_{mic}/Kg CHODR, não foi influenciada pela adição de uréia à dieta, e apresentou média de 274,51 g MS_{mic}/Kg CHODR, apesar desta variável ter mostrado uma redução numérica para o nível de 1,95% de uréia. Esta média é inferior à relatada por Ítavo et al. (2002), de 392,40 g MS_{mic}/Kg CHODR, e à considerada pelo CNCPS, de 400 g MS_{mic}/Kg CHODR descrita por Russell et al. (1992).

A eficiência de síntese microbiana expressa em g PB_{mic}/100 g NDT apresentou comportamento linear decrescente em função dos níveis de uréia da ração. Os valores encontrados são inferiores aos descritos por Leão (2002), de 11,10 g PB_{mic}/100 g NDT e aos citados pelo NRC (1996, 2001), que admitiu o valor médio de 13 g PB_{mic}/100 g NDT.

Possivelmente o valor mais baixo para a eficiência microbiana, independente de como foi expressa, em relação aos dados da literatura, seja em virtude do baixo valor da produção de N microbiano, calculada pelas bases purinas no abomaso.

Tabela 4 – Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) para matéria orgânica degradada no rúmen (MODR), carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e matéria seca microbiana (MSmic) presentes no abomaso, e eficiência microbiana expressa em g Nmic/Kg MODR (1), g Nmic/Kg CHODR (2), g MSmic/Kg CHODR (3) e g PBmic/100 g NDT (4), em função dos níveis de uréia (NU) da ração.

Variáveis	Níveis de uréia				ER	r^2
	0	0,65	1,3	1,95		
MODR ⁵	3,86	3,57	3,58	3,56	$\hat{Y} = 3,64$	
CHODR ⁵	3,59	3,30	3,28	3,26	$\hat{Y} = 3,36$	
Nmic ⁶	70,36	62,38	65,59	56,44	$\hat{Y} = 69,476 - 5,932^* \text{NU}$	0,73
MSmic ⁶	1039,60	885,85	975,87	833,59	$\hat{Y} = 933,73$	
1	18,06	18,01	18,47	15,07	$\hat{Y} = 18,680 - 1,308^* \text{NU}$	0,49
2	19,31	19,22	19,88	16,51	$\hat{Y} = 19,888 - 1,186^* \text{NU}$	0,44
3	282,51	272,68	296,14	246,70	$\hat{Y} = 274,51$	
4	8,65	8,50	8,50	7,36	$\hat{Y} = 8,835 - 0,598^* \text{NU}$	0,70

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

⁵ Kg/dia.

⁶ g/dia.

São apresentadas na Tabela 5, as médias para a produção de compostos nitrogenados microbianos, determinada utilizando as bases purinas no abomaso e os derivados de purinas na urina, a partir das equações de Verbic et al. (1990) e Orellana Boero et al. (2001); para cada nível de uréia na ração. Pode ser observado que, para todas as comparações, a produção dos compostos nitrogenados microbianos não diferiu entre as metodologias e equações utilizadas ($P > 0,05$).

Perez et al. (1996), em estudo com ovinos e Martín-Orúe et al. (2000), em trabalho com novilhas, relataram que o fluxo de compostos nitrogenados microbianos determinado a partir das bases purinas no duodeno e da excreção dos derivados de purinas na urina, não diferiu. Rennó et al. (2000), em estudo com novilhos mestiços e zebuínos, comparando o método das bases purinas no abomaso com o dos derivados de purinas na urina, verificaram que, em ambos os grupos genéticos, a produção microbiana pode ser estimada pela excreção dos derivados de purinas na urina.

Tabela 5 – Médias para a produção de compostos nitrogenados microbianos (Nmic, g/dia), determinadas utilizando as bases purinas no abomaso e os derivados de purinas na urina, utilizando as equações de Verbic et al. (1990) e Orellana Boero et al. (2001), para cada nível de uréia da ração.

Tratamentos	n	Métodos			Bases purinas no abomaso x Verbic	Bases purinas no abomaso x Orellana Boero	Verbic x Orellana Boero
		Bases purinas no abomaso	Derivados de purinas na urina				
			Verbic	Orellana Boero			
0	16	70,36	68,52	77,18	ns	ns	ns
0,65	16	62,38	64,59	72,63	ns	ns	ns
1,3	16	65,59	70,60	78,93	ns	ns	ns
1,95	16	56,44	57,03	65,18	ns	ns	ns

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.
n = número de observações.

As médias para a produção de compostos nitrogenados microbianos, determinados utilizando as bases purinas no abomaso e os derivados de purinas na urina, calculados pela equação de Verbic et al. (1990), para os grupos genéticos Holandês, foram de 91,74 e 90,16; para os animais ½ Holandês-Guzerá, foram de 70,86 e 72,92; para os ½ Holandês-Gir, foram de 60,74 e 66,37 e para os novilhos Zebu, foram de 31,43 e 31,29 g Nmic/dia, respectivamente para cada metodologia supracitada. Em todas as comparações, para cada grupo genético, a produção de N microbiano não diferiu entre as metodologias utilizadas ($P > 0,05$).

Orellana Boero et al. (2001) estimaram que a excreção endógena de purinas foi de $0,235PV^{0,75}$ e que a recuperação das purinas na urina, foi de 0,84; valores inferiores aos descritos por Verbic et al. (1990), de $0,385PV^{0,75}$ para a excreção endógena e 0,85 para a recuperação urinária das purinas. A última equação supracitada, por ter sido feita anteriormente, está sendo amplamente usada na literatura (De Boever et al., 1998; Rennó et al., 2000; Yu et al., 2002; Leão, 2002), contudo, deve ser considerada a outra equação, que necessita de validação. A equação de Orellana Boero et al. (2001) apresenta-se relevante, pois os demais trabalhos da literatura relataram valores superiores aos de Verbic et al. (1990) para a excreção endógena das purinas, podendo, muitas vezes subestimar a produção microbiana.

A média geral para os compostos nitrogenados microbianos determinadas pelas bases purinas no abomaso foi de 63,69 g N/dia, e pelos derivados de purinas na urina, calculados utilizando-se a equação de Verbic et al. (1990), de 65,19 e, estimados a partir da equação de Orellana Boero et al. (2001) de 73,48 g N/dia.

Martín-Orúe et al. (2000), em estudo com novilhas submetidas a quatro níveis de proteína degradável no rúmen, relataram que a produção microbiana estimada a partir da excreção urinária dos derivados de purinas usando a equação de Verbic et al. (1990), foi 12% inferior à determinada pela equação de Orellana Boero et al. (2001), contudo, não apresentou diferença estatística.

Na Tabela 6 são apresentadas as médias obtidas a partir da coleta de urina em 24 horas e estimadas pela coleta de urina *spot*, para o volume urinário, excreções urinárias de alantoína, ácido úrico e purinas totais; alantoína e ácido úrico em %; purinas microbianas absorvidas e compostos nitrogenados microbianos.

Tabela 6 - Médias obtidas e estimadas do volume urinário (VUR) em l/dia; excreções urinárias de alantoína (ALA), ácido úrico (AcU) e purinas totais (PUR) em mmol/dia; alantoína (ALA%) e ácido úrico (AcU%), em %; purinas microbianas absorvidas (PUab) em mmol/dia e compostos nitrogenados microbianos (Nmic) em g/dia.

Variáveis	Médias		P
	Obtida	Estimada	
VUR	6,80	12,76	**
ALA	112,92	108,26	ns
AcU	10,17	9,51	ns
PUR	123,10	117,76	ns
ALA%	91,70	91,93	ns
AcU%	8,30	8,07	ns
Puab	112,03	105,90	ns
Nmic ¹	65,19	61,62	ns

^{ns} e ^{**} Não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

P Probabilidade.

¹ Usando relação N RNA: N Total para cada tratamento em % da MO e equação de Verbic et al. (1990).

Houve diferença significativa somente para os volumes urinários obtido a partir da coleta de urina em 24 horas e estimado pela coleta de urina *spot* ($P < 0,01$), contudo, essa diferença de volume entre essas coletas, que foram realizadas em dias diferentes, não interfere nas estimativas das excreções. Apesar desta diferença, a coleta *spot* de urina estimou satisfatoriamente as excreções urinárias dos derivados de purinas, e subseqüentemente a produção dos compostos nitrogenados microbianos. Silva et al. (2001), trabalhando com vacas leiteiras, com inclusão de níveis crescentes de uréia na ração, (0 a 2,1% na MS) não encontraram diferença para médias obtidas e estimadas, para os mesmos parâmetros observados neste estudo.

Chen et al. (1995) relataram que a amostra de urina *spot* pode não ter sensibilidade suficiente para a comparação entre diferentes tratamentos em ovinos, no entanto, Valadares et al. (1999) descreveram que a coleta *spot* é benéfica para a estimativa da excreção de derivados de purinas e outros metabólitos relativos às diferenças entre dietas de vacas.

Na Tabela 7 são mostradas as médias obtidas pela coleta de urina em 24 horas e seus coeficientes de variação, do volume urinário, das excreções urinárias de alantoína, ácido úrico e purinas totais, das purinas microbianas absorvidas e dos compostos nitrogenados microbianos, para os grupos genéticos.

O volume urinário diferiu entre os animais ($P < 0,05$), sendo superior nos grupos $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá e Zebu, mas não diferiu dos animais Holandeses ($P > 0,05$). Este último, contudo, não foi diferente dos animais $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir. Para as excreções dos derivados de purinas, a de alantoína apresentou-se superior para os animais Holandeses e $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá, contudo estes últimos não diferiram dos $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir ($P > 0,05$), e as menores excreções foram as dos zebuínos. As excreções de ácido úrico e purinas totais, foram superiores para os animais Holandeses, intermediárias para os mestiços, e inferiores para os zebuínos.

As purinas microbianas absorvidas não diferiram entre os animais do grupo genético Holandês e $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá ($P > 0,05$), contudo estes últimos não diferiram dos $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir ($P > 0,05$). Os novilhos Zebu mostraram o menor valor para esta variável. A produção de compostos nitrogenados microbianos, mostrou as mesmas diferenças verificadas entre os

grupos genéticos para as purinas microbianas absorvidas. Esse fato é decorrente dos cálculos dos compostos nitrogenados microbianos, que são realizados a partir das purinas microbianas absorvidas. As diferenças entre os grupos genéticos para a produção microbiana estimada pelos derivados de purinas urinários, de maneira geral, foram semelhantes à produção microbiana determinada pelas bases purinas no abomaso (Tabela 3).

Tabela 7 – Médias e coeficientes de variação (CV%) para volume urinário (VUR) em l/dia; excreções urinárias de alantoína (ALA), ácido úrico (AcU) e purinas totais (PUR) em mmol/dia; purinas microbianas absorvidas (PUab), em mmol/dia e compostos nitrogenados microbianos presentes no intestino delgado (Nmic), em g/dia, em função dos grupos genéticos.

Variáveis	Grupos genéticos				CV%
	Holandês	½ Hol-Guz	½ Hol-Gir	Zebu	
Volume urinário					
VUR	6,03ab	7,99a	5,16b	8,02a	31,68
Derivados de purinas na urina					
ALA	150,02a	124,45ab	115,83b	61,40c	18,62
AcU	13,74a	11,62b	10,02b	5,31c	27,14
PUR	163,76a	136,08b	125,85b	66,71c	18,54
Purinas microbianas absorvidas					
Puab	154,92a	125,37ab	114,17b	53,64c	23,71
Compostos nitrogenados microbianos					
Nmic ¹	90,16a	72,92ab	66,37b	31,29c	23,98

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

¹ Usando relação N RNA: N Total para cada tratamento em % da MO e equação de Verbic et al. (1990).

Na Tabela 8 podem ser visualizadas as médias obtidas a partir da coleta de urina em 24 horas; equações de regressão e coeficientes de determinação referentes ao volume urinário, excreções urinárias de alantoína, ácido úrico e purinas totais, purinas microbianas absorvidas e compostos nitrogenados microbianos, em função dos níveis de uréia da ração. O volume urinário não foi influenciado pelos níveis de uréia da ração ($P > 0,05$). Silva et al. (2001) não encontraram efeito da adição de uréia em níveis crescentes na dieta (0; 0,7; 1,4

e 2,1% na MS) de vacas lactantes sobre os volumes urinários obtido em coletas de urina em 24 horas e estimado pela coleta *spot*. Oliveira et al. (2001) em estudo com os mesmos níveis de uréia supracitados, relataram não ter havido efeito desses níveis sobre o volume urinário estimado, contudo, o volume urinário obtido apresentou comportamento linear crescente em função dos níveis de uréia.

O ácido úrico apresentou comportamento linear decrescente em função da adição de uréia na dieta ($P < 0,05$).

Tabela 8 – Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) para volume urinário (VUR) em l/dia; excreções urinárias de alantoína (ALA), ácido úrico (AcU) e purinas totais (PUR) em mmol/dia; purinas microbianas absorvidas (PUab), em mmol/dia e compostos nitrogenados microbianos presentes no intestino delgado (Nmic), em g/dia, em função dos níveis de uréia (NU) da ração.

Variáveis	Níveis de uréia				ER	r^2
	0	0,65	1,3	1,95		
	Volume urinário					
VUR	6,54	6,48	6,88	7,28	$\hat{Y} = 6,80$	
	Derivados de purinas na urina					
ALA	114,36	113,63	120,21	103,49	$\hat{Y} = 112,92$	
AcU	11,46	10,06	9,64	9,53	$\hat{Y} = 11,075 - 0,957^{**} \text{NU}$	0,81
PUR	125,83	123,69	129,85	113,02	$\hat{Y} = 123,10$	
	Purinas microbianas absorvidas					
Puab	114,72	113,2	120,37	99,81	$\hat{Y} = 112,03$	
	Compostos nitrogenados microbianos					
Nmic ¹	68,52	64,59	70,60	57,03	$\hat{Y} = 65,19$	

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

¹ Usando relação N RNA: N Total para cada tratamento em % da MO e equação de Verbic et al. (1990).

As excreções de alantoína e de purinas totais não foram afetadas pelos tratamentos ($P > 0,05$), contudo, mostraram os menores valores numéricos para o maior nível de uréia. Este comportamento foi semelhante ao apresentado para as purinas microbianas absorvidas e para os compostos nitrogenados

microbianos. Isto está de acordo com Vagnoni et al. (1997), os quais afirmaram que a metodologia de excreção dos derivados de purinas na urina pode estimar o fluxo de compostos nitrogenados microbianos e, ainda, a excreção de alantoína reflete a excreção das purinas totais, já que é encontrada em maior proporção, em torno de 85% dos derivados de purinas (Verbic et al., 1990). No presente trabalho, a proporção de alantoína em relação às purinas totais foi de 91,70 e 91,93%, respectivamente para valores obtido e estimado (Tabela 6). Leão (2002) relatou valor médio de 87,90% de alantoína em relação aos derivados de purinas urinários, valor próximo ao do presente trabalho.

Os compostos nitrogenados microbianos oscilaram entre 57,03 a 70,60 g/dia. Mesmo não apresentando diferença ($P>0,05$), a produção de compostos nitrogenados microbianos mostrou os menores valores para o nível de 1,95% de uréia. Maeng e Baldwin (1976), citados pelo NRC (2001), relataram maior produção microbiana quando foram adicionados aminoácidos (25%) à uréia, em relação a 100% de uréia, como fonte de compostos nitrogenados para microrganismos.

Conclusões

A produção e as eficiências microbianas mostraram-se superiores para os animais Holandeses, intermediárias para os mestiços e inferiores para os zebuínos.

A estimativa da produção de compostos nitrogenados microbianos pode ser feita a partir da excreção dos derivados de purinas na urina.

Sugere-se que a excreção urinária dos derivados de purinas seja determinada utilizando a equação de Orellana Boero et al. (2001).

A coleta de urina *spot* consiste em metodologia rápida e eficaz na estimativa da excreção urinária dos derivados de purinas e da produção de compostos nitrogenados microbianos.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1993. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford, UK:CAB international. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1984. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. nº 1. Published by the Agricultural Research Council. England. 45p.
- BLUMMEL, M.; LEBZIEN, P. Predicting ruminal microbial efficiencies of dairy rations by in vitro techniques. **Livestock Production Science**, v.68, p.107-117, 2001.
- CABRAL, L.S. **Avaliação de alimentos para ruminantes por intermédio de métodos *in vivo* e *in vitro***. Viçosa, MG:UFV, 2002. 133p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Síntese microbiana, pH e concentração de amônia ruminal e balanço de compostos nitrogenados, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p. 1844-1852, 2000.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C. et al. Composition of ruminal bacteria harvest from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.2480-2488, 1990.
- 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. (Occasional publication) INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Bucksburnd, Aberdeen:Rowett Research Institute. 21p. 1992.
- CHEN, X. B.; MEJIA, A. T.; KYLE, D. J. et al. Evaluation of the use of the purine derivative: creatinine ratio in *spot* urine and plasma samples as na index of microbial protein supply in ruminants: studies in sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.125, p. 137-143, 1995.
- 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, p.2304-2323, 1992.
- De BOEVER, J.L.; IANTCHEVA, N.; COTTYN, B.G. et al. Microbial protein synthesis in growing-finishing bulls estimated from the urinary excretion of purine derivatives. **Animal Feed Science Technology**, v.75, p.93-109, 1998.
- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Eficiência de síntese microbiana, pH e concentrações ruminais de amônia, em

- novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p. 555-563, 2000.
- FIRKINS, J.L.; ALLEN, M.S.; OLDICK, B.S. et al. Modeling ruminal digestibility of carbohydrates and microbial protein flow to the duodenum. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3350-3369, 1998.
- FUJIHARA, T.; ØRSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, v.109, p.7-12, 1987.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Produção microbiana e parâmetros ruminiais em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p. 1553-1561, 2002.
- JOHNSON, L.M; HARRISON, J.H.; RILEY, R.E. Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using urinary uric acid or allantoin. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2408-2420, 1998.
- KROPP, J.R.; JOHNSON, R.R.; MALES, J.R. et al. Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: isonitrogenous substitution of urea for soybean meal. **Journal of Animal Science**, v.46, p.837-843, 1977.
- LEÃO, M.I. **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo, digestibilidade e produção microbiana**. Belo Horizonte, MG:UFMG, 2002. 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.
- MARTÍN-ORÚE, S.S.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. et al. Microbial nitrogen production in growing heifers: direct measurement of duodenal flow of purine bases versus urinary excretion of purine derivatives as estimation procedures. **Animal Feed Science Technology**, v.88, p.171-188, 2000.
- MOSCARDINI, S.; WRIGHT, T.C.; LUIMES, P.H. et al. Effects of rumen-undegradable protein and feed intake on purine derivate and urea nitrogen:comparison with predictions from the Cornell Net Carbohydrate and protein system. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2421-2329, 1998.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, DC: National Academy, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6 ed. National Academic Press. Washinton, D.C. 158p. 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. National Academic Press. Washinton, D.C. 381p. 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Ruminant nitrogen usage**. Washington D.C. 138p. 1985.

- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1621-1629, 2001.
- ORELLANA BOERO, P.; BALCELLS, J.; MARTÍN-ORÚE, S.M. et al. Excretion of derivatives in cows: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. **Livestock Production Science**, v.68, p.243-250, 2001.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Digest passage and microbial protein synthesis. In: MILLIGAN, L.P.; GROVUM, W.L.; DOBSON, A. (eds.). **Control of digestion and metabolism in ruminants**. Prentice Hall, 1986, p.196-226.
- PEREZ, J.F.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ¹⁵N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenum. **British Journal of Nutrition**, v.75, p.699-709, 1996.
- PIMPA, O.; LIANG, J.B.; JELAN, Z.A. et al. Urinary excretion of duodenal purine derivatives in Kedah-Kelantan cattle. **Animal Feed Science Technology**, v.92, p.203-214, 2001.
- RENNÓ, L. N.; VALADARES, R. F. D.; LEÃO, M.I. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1223-1234, 2000.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 2002. 235p.
- SILVA, R.M.N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1948-1957, 2001.
- SUSMEL, P.; STEFANON, B.; PLAZZOTTA, E. et. al. The effect of energy and protein intake on the excretion of purine derivatives. **Journal of Agricultural Science**, v.123, p.257-266, 1994.
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 2 Balanço nitrogenado, eficiência microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p. 921-929, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – SAEG. **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG, 1995. (Apostila).

- USHIDA, K.; LASSALAS, B.; JOUANY, J.P. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. **Reproduction and Nutrition Development**, v.25, p.1037- 1046, 1985.
- VAGNONI, D.B.; BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. et al. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1695-1702, 1997.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa:UFV/DZO, 1995. p.355-388.
- VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. et al. Eficiência de síntese microbiana em novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços, obtida por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, p. 424-430, 1990a.
- VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; SANT'ANNA, R. et al. Composição de bactérias ruminais e absorção de aminoácidos microbianos no intestino delgado de novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, p. 431-440, 1990b.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivates. **Journal of Dairy Science**, v.82,p.2686-2696, 1999.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanços de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.26, p.1259-1263, 1997a.
- VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; GONÇALVES, L.C. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1270-1278, 1997b.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock Publ. Assoc. Ithaca, 1994. 476p.
- VERBIC, J., CHEN, X.B., MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, p.243-248, 1990.
- YU, P.; EGAN, A.R.; BOON-EK, L. et al. Purine derivatives excretion and ruminal microbial yield in growing lambs fed raw and dry roasted legume seeds as protein supplements. **Animal Feed Science and Technology**, v.95, p.33-48, 2002.

Níveis de Uréia na Ração de Novilhos de Quatro Grupos Genéticos: Parâmetros Ruminais, Uréia Plasmática e Excreções de Uréia e Creatinina

RESUMO - Objetivou-se avaliar o efeito de quatro níveis de uréia na ração: 0; 0,65; 1,3 e 1,95%, sobre o pH e amônia ruminais, concentração plasmática de uréia, excreção fracional de uréia e excreções de uréia e creatinina; e avaliar as perdas urinárias endógenas, por meio da excreção de creatinina em novilhos de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu. Os animais foram distribuídos em quatro quadrados latinos (grupos genéticos) 4x4, sendo quatro animais, quatro períodos experimentais e quatro tratamentos (rações). As coletas de líquido ruminal, para determinação do pH e das concentrações de N-NH₃, foram realizadas antes do fornecimento da dieta e 2, 4, 6 e 8 horas após. Durante a coleta de urina em 24 horas, cerca de 4 horas após a alimentação, foi coletado o sangue, e após centrifugação, obtido o plasma. Nas amostras de urina e plasma, foram determinadas as concentrações de uréia e creatinina. O pH ruminal apresentou o mesmo comportamento para os grupos genéticos e foi influenciado positivamente pela inclusão de uréia na dieta. As concentrações de amônia ruminal foram influenciadas positivamente pelos níveis de uréia na ração para os animais Holandeses e mestiços. A concentração plasmática de N-uréia aumentou linearmente em função da adição de uréia na ração. A excreção fracional de uréia apresentou comportamento linear decrescente em função dos níveis de uréia na dieta. A excreção urinária de uréia não diferiu entre os animais Holandeses e mestiços, mas foi superior em relação aos zebuínos. A excreção de creatinina não foi influenciada pelos grupos genéticos nem pela inclusão de uréia na dieta, e apresentou valor médio de 27,76 mg/Kg PV. Sugere-se que as perdas urinárias endógenas de compostos nitrogenados pode ser estimada a partir da excreção de creatinina.

Palavras-chave: amônia ruminal, creatinina, novilhos, pH ruminal, uréia

Urea Levels in Diet for Steers of Four Genetic Groups: Ruminal Parameters, Plasma Urea and Urea and Creatinine Excretions

ABSTRACT - This research was carried out to evaluate the effect of four dietary urea levels: 0, 0.65, 1.3 and 1.95% in DM, on the ruminal pH and ammonia, urea plasma concentration, urea fractional excretion and urea and creatinine and urea excretions, and to evaluate endogenous urinary losses, by means of creatinine excretion, in steers of four genetic groups: Holstein, ½ Holstein-Guzera, ½ Holstein-Gir and Zebu. The animals were assigned to four 4x4 latin squares (genetic groups), being four animals, four experimental periods and four treatments (rations). The ruminal liquid collections, to determine pH and N-NH₃ concentrations, were performed before feeding and 2, 4, 6 and 8 hours post feeding. During the 24-h urine collection, 4 hours after feeding, blood was collected and, after centrifugation, plasma was obtained. In the urine and plasma samples, the urea and creatinine concentrations were determined. Ruminal pH showed the same behavior for the genetic groups and was affected by the increasing urea levels in the diet. The ruminal ammonia concentration were affected by the increasing urea levels in the diet for the Holstein and crossbred. N-urea plasma concentration linearly increased as urea level in the diet increased. Urea fractional excretion showed decreasing linear behavior as urea level in the diet increased. Urea urinary excretion did not differ among Holstein, but showed higher values in relation to Zebu. Creatinine excretion was affected nor by the genetic group, neither by the increasing dietary urea levels and showed average value of 27.76 mg/kg LW. It is recommended that endogenous urinary losses of nitrogen compounds can be estimated from the creatinine excretion.

Key Words: ruminal ammonia, creatinine, steers, ruminal pH, urea

Introdução

Um dos fatores essenciais para que o rúmen funcione como verdadeira câmara de fermentação é o pH, que é mantido entre 5,5 a 7,0, sendo que as variações que ocorrem são dependentes do tipo e freqüência de alimentação (Church, 1988). O pH ruminal tem recebido atenção considerável como um mecanismo que explica as reduções na ingestão e digestibilidade de volumosos, sendo um resultado da suplementação energética (Caton & Dhuyvetter, 1997), além de estar diretamente relacionado à taxa de crescimento dos microrganismos ruminais (Russell et al., 1979).

A amônia é o principal componente do metabolismo dos compostos nitrogenados em ruminantes (Huntington & Archibeque, 1999). A presença dos compostos nitrogenados amoniacais ($N-NH_3$) no líquido ruminal é fator fundamental para os microrganismos do rúmen, especialmente os celulolíticos, que utilizam unicamente a amônia para efetuar a síntese de proteína microbiana (Russell et al., 1992).

A amônia penetra na célula microbiana por difusão passiva, principalmente na forma não ionizada (NH_3). Dois sistemas de assimilação de amônia parecem ser mais conhecidos, a saber: um sistema de baixa afinidade, mediado pelo glutamato desidrogenase NADP-dependente, e um sistema de alta afinidade, mediado pela glutamina sintetase, que utiliza ATP na reação da amônia e glutamato para formar glutamina. O sistema de alta afinidade é eficiente quando a concentração de amônia no fluido ruminal é baixa, mas o custo de ATP para assimilação reduz muito a eficiência de crescimento microbiano. Em contraste, o sistema de baixa afinidade que opera em altas concentrações de amônia, não utiliza ATP (Church, 1988; Nolan, 1993).

Resultados conflitantes têm sido reportados com relação à ótima concentração de amônia ruminal (Balcells et al., 1993). Satter & Slyter (1974) afirmaram que a disponibilidade de amônia é um fator importante na produção de proteína microbiana e estabeleceram 5 mg N/dL de fluido ruminal, como o mínimo necessário para máxima fermentação microbiana, contudo Van Soest (1994) relatou como nível ótimo, 10 mg N/dL de líquido de rúmen, e comentou que esse valor não deve ser considerado um número fixo, pois a capacidade

de síntese microbiana e captação de amônia pelas bactérias depende da taxa de fermentação de carboidratos.

Firkins et al. (1987), em estudo com novilhos alimentados com 50% de feno de gramínea, submetidos à infusão com uréia nos níveis de 0,4 e 1,2% da MS, relataram concentrações de amônia ruminal de 4,97 e 9,10 mg N/dL, respectivamente. Kropp et al. (1977a), avaliando os efeitos dos níveis de uréia (0; 25; 50 e 75%) em substituição ao farelo de soja, em dietas à base de 75% de forragem de baixa qualidade (3,13% PB), com novilhos alimentados a cada hora, descreveram que as concentrações de N-NH₃ variaram de 11 a 14,5 mg N/dL de fluido ruminal.

A produção de amônia no rúmen, muitas vezes excede a sua utilização, ocorrendo acúmulo, e posterior remoção do ambiente ruminal, principalmente por difusão através da parede ruminal (Russell et al., 1991; Nolan, 1993). Essa amônia é transportada para o fígado, onde é convertida em uréia. Assim, a uréia liberada no sangue é excretada na urina ou é reciclada para o rúmen, retornando via saliva ou através da difusão pelo epitélio ruminal (Coelho da Silva & Leão, 1979; Huntington & Archibeque, 1999). A reciclagem de uréia é um mecanismo vital que conserva compostos nitrogenados dietético e corporal, e mantém o suprimento de aminoácidos para os tecidos (Lapierre & Lobley, 2001).

Kennedy & Milligan (1980) em revisão de literatura, mostraram por análise de regressão, que a reciclagem de uréia para o rúmen foi positivamente correlacionada com a digestão aparente da matéria orgânica no rúmen e concentração de uréia plasmática, e negativamente relacionada com a concentração de amônia ruminal. Vercoe, (1969), citado por Rihani et al. (1993), relatou que a transferência de nitrogênio da uréia sangüínea para o rúmen ocorreu, quando a concentração de amônia ruminal foi menor que 5,5 mg/dL .

A concentração de N-uréia plasmática tem sido usada como um indicador do *status* protéico, particularmente em comparações qualitativas entre fontes e /ou níveis de ingestão de compostos nitrogenados dietéticos (Preston et al., 1965). A quantidade de N-uréia plasmática pode ser considerada como uma quantidade de reserva de compostos nitrogenados. Durante períodos de excessiva disponibilidade de compostos nitrogenados no

rúmen, o N-NH₃ é absorvido e aparece como uréia no plasma, e este composto nitrogenado pode ser reciclado para o rúmen durante períodos subsequentes de falta de compostos nitrogenados (Henning et al., 1993).

Em avaliação da utilização de forragem de baixa qualidade por animais *Bos taurus* (Hereford) e *Bos indicus* (Brahman), Hunter & Siebert (1985) relataram que, quando foi fornecida suplementação nitrogenada com uréia, a concentração de N-NH₃ nestes animais não diferiu, contudo a concentração de N-uréia plasmática foi superior para os *Bos indicus*.

Quando se aumenta a ingestão de compostos nitrogenados dietéticos, sem a sua utilização no rúmen, mais N-NH₃ é absorvido pelo rúmen para o sangue, resultando num aumento da concentração de uréia plasmática e do custo energético para a síntese desta (Coelho da Silva & Leão, 1979) com um subsequente aumento da excreção urinária de uréia (Van Soest, 1994).

A uréia plasmática é eliminada através dos rins, por filtração glomerular e reabsorção tubular por processo passivo, secundário à reabsorção de fluidos (Malnic & Marcondes, 1986). Assim, a quantidade de uréia excretada é influenciada por estas funções, além de ser, de acordo com Harmeyer & Martens (1980), alterada principalmente pela sua concentração plasmática, sob várias condições dietéticas. A excreção fracional de uréia é, segundo estes autores, constante em ruminantes, e próxima de 50%, no entanto, Aires (1985) afirmou que esse parâmetro pode variar de 30 a 60%.

Brody (1945) citado por Pimpa et al. (2001), relatou que para animais de diferentes tamanhos, dentro da mesma espécie, a excreção de creatinina é diretamente proporcional ao peso vivo. Ørskov & Macleod (1982) observaram relativa constância nas excreções basais de compostos nitrogenados e de creatinina, e constataram que, além da excreção de creatinina ser constante, é proporcional ao peso corporal e pouco afetada pelo teor de compostos nitrogenados da dieta.

A excreção urinária de creatinina é mensurada a partir da coleta total de urina, e parece não ser afetada pela dieta. Valadares et al. (1997b) relataram excreção diária média de 24,04 mg/kg PV para novilhos zebuínos, com níveis crescentes de PB na ração. Rennó et al. (2000) concluíram que a excreção diária de creatinina não foi influenciada pela inclusão de concentrado na dieta, e apresentou média de 27,36 mg/kg PV, em quatro experimentos conduzidos

com novilhos não castrados mestiços e zebuínos.

Ørskov & Macleod (1982), sugeriram que a avaliação da excreção endógena de compostos nitrogenados pode ser derivada de determinações da excreção urinária de creatinina. Swanson (1977) relatou, a partir de 82 pesquisas com bovinos alimentados com dietas contendo baixos teores de compostos nitrogenados e altas em energia, para evitar perdas de amônia no rúmen; que o nitrogênio urinário decrescia, até estabilizar-se em um valor mínimo, e então foi considerado como nitrogênio urinário endógeno (NUE). A partir da associação com o peso vivo, esse autor encontrou NUE (g/dia) igual a $0,44 PV^{0,5}$.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de quatro níveis de uréia na ração: 0; 0,65; 1,3 e 1,95% na MS, sobre o pH e amônia ruminais, concentração plasmática de uréia, excreção fracional de uréia e excreções de uréia e creatinina; e avaliar as perdas urinárias endógenas, por meio da excreção de creatinina em novilhos de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu.

Material e Métodos

O local do experimento, as instalações, as dietas e o manejo dos novilhos foram descritos nos capítulos anteriores. Os 16 animais dos quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá (½ Hol-Guz), ½ sangue Holandês-Gir (½ Hol-Gir) e Zebu foram distribuídos em quatro quadrados latinos (grupos genéticos) 4x4, sendo quatro animais, quatro períodos experimentais e quatro tratamentos (níveis de uréia nas rações).

No 3º dia do período de coleta de fezes e digestas de abomaso e íleo, foi realizada a coleta de urina em 24 horas e de sangue. No penúltimo dia do período experimental foi realizada a coleta de líquido ruminal para a determinação do pH e das concentrações de N-NH₃.

As coletas de líquido ruminal, visando a determinação do pH e das concentrações de N-NH₃, foram realizadas antes do fornecimento da dieta e 2, 4, 6 e 8 horas após. Foram coletados, por intermédio da fístula ruminal, 50 mL de líquido ruminal, procedendo-se à imediata determinação do pH em

peagâmetro digital. Após a leitura do pH, foi adicionado 1 mL de solução de H₂SO₄ 1:1, a cada amostra, que foi armazenada a -15°C. Posteriormente, as amostras foram descongeladas para determinação da concentração de N-NH₃, mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2N, conforme técnica de Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980).

As amostras de urina, em cada período experimental, foram obtidas a partir de coletas em 24 horas (Valadares et al., 1997a), utilizando-se funis coletores adaptados aos animais. Mangueiras de borracha, acopladas aos funis, conduziram a urina até recipientes plásticos contendo 250 mL de solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 20%. Após a coleta, foi determinado o volume total produzido, as amostras foram homogeneizadas e, em seguida, retiradas alíquotas de 100 mL. Devidamente identificadas, as amostras foram armazenadas a -15°C para posteriores análises laboratoriais.

O sangue foi coletado, por punção da veia jugular, cerca de 4 horas após a alimentação, durante a coleta de urina. O sangue com heparina foi imediatamente centrifugado a 2.000 rpm por 15 minutos, obtendo-se o plasma, que foi armazenado a -15°C.

Ao final do experimento, o plasma foi descongelado à temperatura ambiente e analisado para determinação de uréia e creatinina, segundo o método diacetil modificado e com uso de picrato e acidificante, respectivamente, ambos kits comerciais. As mesmas análises foram efetuadas nas amostras de urina. A concentração de N-uréia plasmática foi obtida por meio do produto da concentração de uréia no plasma por 0,466; correspondente ao teor de N na uréia.

As depurações plasmáticas de creatinina e uréia foram obtidas pela relação entre a excreção urinária em 24 horas e a concentração plasmática de cada substância, enquanto a excreção fracional de uréia foi determinada por intermédio da relação entre as depurações plasmáticas de uréia e de creatinina, multiplicada por 100.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995).

Os critérios utilizados para escolha do modelo foram o fenômeno estudado, o coeficiente de determinação (r^2 , em %), que foi calculado como a

relação entre a soma de quadrado da regressão e a soma de quadrado de tratamento e a significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t, a 5% de probabilidade.

Os quatro quadrados latinos foram analisados em conjunto. Para comparação entre os grupos genéticos, foi realizado o teste Tukey, a 5% de probabilidade.

A análise estatística do pH e das concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal, foi realizada num esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os níveis de uréia e nas subparcelas os tempos de coleta, num delineamento em quadrado latino 4 x 4. Foi feita análise conjunta dos quadrados latinos. Utilizou-se a metodologia de superfície de resposta para avaliação destes parâmetros.

Resultados e Discussão

O pH ruminal apresentou o mesmo comportamento para os quatro grupos genéticos (quadrados latinos), e foi afetado pelos tempos de coleta e níveis de uréia (P<0,05). O modelo que melhor se ajustou para o pH ruminal foi: $\hat{Y} = 6,6269 - 0,1022^{**}T + 0,1055^{**}NU$, com R² de 0,85, onde T corresponde aos tempos de coleta e NU, aos níveis de uréia. O pH ruminal foi influenciado negativamente pelos tempos de coleta, e positivamente pela inclusão de uréia na dieta.

Verificou-se redução linear nos valores de pH do momento do fornecimento da alimentação até oito horas após, mantendo-se os níveis de uréia constantes, devido, provavelmente, à intensificação do processo de fermentação pós-prandial e ao conseqüente aumento nas concentrações de ácidos graxos voláteis.

Constatou-se, também, efeito dos níveis de uréia sobre o pH do líquido ruminal, que aumentou linearmente, quando os níveis de uréia variaram de 0 a 1,95% da MS total, mantendo-se o tempo de coleta fixo. Huber (1984) relatou que, além do fornecimento de amônia para o crescimento microbiano, um dos benefícios da utilização da uréia, seria em virtude da mesma manter o pH numa faixa mais adequada para a digestão da fibra. No entanto, Kropp et al.

(1977b) avaliando os efeitos de níveis crescentes de uréia (0; 0,8; 1,5 e 2,5% na MS) em dietas à base de 75% de casca de algodão, relataram que o pH ruminal não diferiu entre os tratamentos, e apresentou média de 6,1.

A faixa ideal de pH para a digestão da fibra, de acordo com Hoover (1986) é de 6,2 a 7,0 e, quando o pH se torna inferior a 6,0, por meio da adição de amido à dieta, o número de microrganismos celulolíticos fica reduzido, provocando limitação na digestão na fibra. No presente estudo, apesar do pH mínimo estimado para a dieta sem inclusão de uréia ser inferior a 6,0, a digestão ruminal da FDN não foi afetada, de acordo com descrição em capítulos anteriores.

Leão (2002), em estudo com novilhos mestiços submetidos à dieta com 60% de feno de capim-tifton, relatou menor valor de pH de 6,15 às 3,78 horas após a alimentação, e Ítavo et al. (2002), trabalhando com animais zebuínos alimentados com níveis crescentes de concentrado relataram, pH ruminal mínimo de 6,22 às 10,72 horas após a alimentação.

As concentrações de amônia ruminal apresentaram comportamentos distintos para os quatro grupos genéticos (quadrados latinos), e foram afetadas pelos tempos de coleta e níveis de uréia ($P < 0,05$).

Para os grupos genéticos Holandês, $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá e $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir, a concentração de N-NH₃ apresentou as seguintes equações: $\hat{Y} = 3,8475 + 6,3419^{**}T - 0,8184^{**}T^2 + 5,6316^{**}NU$, com R² de 0,58; $\hat{Y} = 4,6157 + 7,3797^{**}T - 0,9909^{**}T^2 + 4,9486^{**}NU$, com R² de 0,67 e $\hat{Y} = 6,9355 + 5,6465^{**}T - 0,7269^{**}T^2 + 1,8997^{**}NU$, com R² de 0,73, respectivamente para cada grupo genético, onde T corresponde aos tempos de coleta e NU, aos níveis de uréia. A concentração de N-NH₃ foi influenciada quadraticamente pelos tempos de coleta e apresentou aumentos lineares com a elevação das proporções de uréia na ração.

Foram estimados valores máximos de 27,12; 28,01 e 21,61mg N-NH₃/dL, às 3,87; 3,72 e 3,88 horas após o fornecimento das rações, para o nível de 1,95% de uréia na MS da ração, respectivamente, para os grupos genéticos Holandês, $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá e $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir. Estes valores estão próximos aos relatados por Tibo et al. (2000), e Leão (2002), com animais mestiços, que relataram concentrações máximas de N-NH₃ ruminal de

21,87 e 22,74 mg N-NH₃/dL, às 3,60 e 3,52 horas após o fornecimento da ração, respectivamente.

As concentrações de N-NH₃ ruminal mostradas pelos animais zebuínos, de maneira distinta aos demais grupos genéticos, foram influenciadas negativamente pelos tempos de coleta e quadraticamente pelos níveis de uréia na dieta; e apresentaram a seguinte equação: $\hat{Y} = 10,6036 - 0,4514^{**}T + 16,6173^{**}NU - 8,2214^{**}NU^2$, com R² de 0,42, onde T corresponde aos tempos de coleta e NU, aos níveis de uréia da ração. A concentração máxima estimada foi de 19,00 mg/dL, antes da alimentação, para o nível de 1,01% de uréia na ração. Esse comportamento mostrado para as concentrações de N-NH₃ ruminal foi atípico, e pode ser justificado, possivelmente, pela redução do consumo apresentado pelos animais zebuínos frente às maiores inclusões de uréia na ração, sobretudo a partir de 1% de uréia na MS da ração, refletindo, então, dessa forma em menores concentrações de N-NH₃ ruminal com os maiores níveis de uréia utilizados.

Assim como no presente estudo, Köster et al. (1997), em avaliação do aumento da proporção de uréia (0; 25; 50; 75 e 100%) na suplementação nitrogenada em novilhos, afirmaram que a concentração de N-NH₃ ruminal aumentou linearmente em função da inclusão de uréia no suplemento. Para dietas ricas em concentrado, Milton et al. (1997) e Shain et al. (1998) também relataram que a adição de níveis crescentes de uréia na dieta aumentou linearmente as concentrações de N-NH₃ ruminal.

A taxa de produção de amônia reflete a solubilidade e a fermentabilidade da dieta, bem como a produção endógena de compostos nitrogenados (Huntington & Archibeque, 1999), e em virtude do fato da hidrólise da uréia ser mais rápida que a capacidade de assimilação de amônia pelos microrganismos ruminais (Coelho da Silva & Leão, 1979), é de se esperar que a concentração de N-NH₃ ruminal aumente em função da inclusão de fontes de compostos nitrogenados mais degradáveis, como a uréia.

As médias e os coeficientes de variação para a N-uréia plasmática, excreção fracional de uréia (EFU) e excreções diárias de uréia (EUPV) e de creatinina (ECPV), para cada grupo genético, podem ser visualizadas na Tabela 1. Para a N-uréia plasmática, os animais ½ Holandês-Guzerá apresentaram o maior valor, contudo, não diferiram dos ½ Holandês-Gir e Zebu

($P>0,05$). Esses dois últimos, no entanto, não diferiram dos Holandeses ($P>0,05$), que mostraram o menor valor para essa variável.

Tabela 1 – Médias e coeficientes de variação (CV%) para N-uréia plasmática (NUP), em mg/dL, excreção fracional de uréia (EFU, %) e excreções diárias de uréia (EUPV, mgU/KgPV) e de creatinina (ECPV, mgC/KgPV), em função dos grupos genéticos.

Variáveis	Grupos genéticos				CV (%)
	Holandês	½ Hol-Guz	½ Hol-Gir	Zebu	
NUP	14,54b	18,40a	17,28ab	16,15ab	12,88
EFU	41,76a	39,84ab	43,30a	37,07b	12,87
EUPV	357,62a	377,71a	388,19a	278,48b	19,88
ECPV	26,61a	28,68a	28,72a	27,04a	17,36

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Pode ser observado que, para a excreção fracional de uréia, os animais Holandeses e os ½ Holandês-Gir apresentaram os maiores valores, e não diferiram dos animais ½ Holandês-Guzerá ($P>0,05$), que por outro lado, não diferiram dos zebuínos ($P>0,05$). Valadares et al. (1997b), em estudo com animais zebuínos, verificaram que a excreção fracional de uréia aumentou linearmente em função da PB dietética, e apresentou média de 37,10% para a ração com 12% de PB. Aires (1985) relatou que essa variável pode variar de 30 a 60%, no entanto, Harmeyer & Martens (1980) afirmaram que este parâmetro é constante em ruminantes, próximo de 50%. No presente estudo, apesar da excreção fracional de uréia de ter sido estatisticamente diferente entre os grupos genéticos, numericamente está próxima de 40% para todos os animais.

A excreção diária de uréia, expressa em mg/Kg PV, não diferiu entre os animais Holandeses e mestiços ($P>0,05$), e foi superior a dos zebuínos ($P<0,05$). Esse resultado pode ser atribuído às maiores ingestões de compostos nitrogenados para os novilhos Holandeses e mestiços em relação aos zebuínos, conforme descrito em capítulos anteriores. Valadares et al. (1997b) relataram excreção diária de uréia de 211,17 mgU/KgPV para animais Zebu alimentados com rações contendo 12% de PB.

Com relação à excreção diária de creatinina, expressa em mg/KgPV,

não houve diferença entre os grupos genéticos ($P>0,05$). Esse resultado está de acordo com a afirmação de Brody (1945) citado por Pimpa et al. (2001), que relatou que para animais de diferentes tamanhos, dentro da mesma espécie, a excreção de creatinina é diretamente proporcional ao peso vivo. Rennó et al. (2000) relataram que a excreção diária de creatinina, em quatro experimentos conduzidos com novilhos não castrados mestiços e zebuínos, apresentou média de 27,36 mg/kg PV.

São apresentadas na Tabela 2, as médias, equações de regressão e os respectivos coeficientes de determinação para a N-uréia plasmática, excreção fracional de uréia (EFU) e excreções diárias de uréia (EUPV) e de creatinina (ECPV), em função dos níveis de uréia da ração.

A concentração de N-uréia plasmática aumentou linearmente em função dos níveis de uréia, provavelmente, em decorrência do mesmo comportamento observado para as concentrações de amônia ruminal, já que, segundo Harmeyer & Martens (1980), a concentração de N-uréia plasmática, que é sintetizada no fígado, é proporcional à quantidade de amônia produzida no rúmen.

Rennó et al. (2000), avaliando a concentração de N-uréia plasmática em quatro experimentos, com animais mestiços e zebuínos, em diferentes condições dietéticas, relataram que esse parâmetro reflete a relação proteína: energia da dieta, bem como a porcentagem de PB da ração.

Em estudo com novilhos submetidos a dietas contendo 60% de silagem de milho, Cecava & Hancock (1994) relataram concentração de N-uréia plasmática maior para dieta contendo uréia que para as contendo diferentes combinações de farelo de soja e farinha de pena. Brown & Adjei (2001), avaliando a suplementação nitrogenada com uréia e/ou farinha de pena para novilhos em pastejo, verificaram que concentração plasmática de N-uréia, no terceiro ano do estudo, foi superior para os novilhos suplementados com uréia (14,3 mg/dL) que para os sem suplementação (6,6mg/dL).

A excreção fracional de uréia apresentou comportamento linear decrescente em função dos níveis de uréia na dieta ($P<0,01$). Valadares et al. (1997b) relataram que a excreção fracional de uréia é um parâmetro variável em função da concentração de nitrogênio da ração, que possibilita maior conservação de uréia a baixas ingestões e maior excreção a altas ingestões.

Neste trabalho, o comportamento para a excreção fracional de uréia, não foi condizente com essa observação.

Tabela 2 – Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (r^2) para N-uréia plasmática (NUP), em mg/dL, excreção fracional de uréia (EFU, %) e excreções diárias de uréia (EUPV, mgU/KgPV) e de creatinina (ECPV, mgC/KgPV), em função dos níveis de uréia (NU) da ração.

Variáveis	Níveis de uréia				ER	r^2
	0	0,65	1,3	1,95		
NUP	14,23	16,00	18,17	17,98	$\hat{Y}=14,583 + 2,064^{**}NU$	0,87
EFU	44,42	42,87	38,33	36,33	$\hat{Y}=44,811 - 4,432^{**}NU$	0,96
EUPV	325,28	350,92	361,82	363,99	$\hat{Y}=350,50$	
ECPV	27,41	27,03	28,34	28,25	$\hat{Y}=27,76$	

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

A excreção diária de uréia, apesar de não ter sido influenciada pelas proporções de uréia na dieta ($P>0,05$), mostraram numericamente os maiores valores para os níveis com maior inclusão de uréia na dieta. Esse resultado reflete as maiores concentrações de N-uréia plasmática para as rações com maior proporção de uréia na dieta, já que segundo Harmeyer & Martens (1980), a concentração plasmática é o principal determinante da excreção de uréia urinária. Rennó et al. (2000) obtiveram equação linear crescente entre a excreção de N-uréia e a concentração de N-uréia plasmática.

A excreção diária de creatinina, expressa em mg/Kg PV, não foi influenciada pela adição de uréia nas rações ($P>0,05$). Ørskov & Macleod (1982) relataram relativa constância na excreção de creatinina, e afirmaram ser pouco afetada pelo teor de compostos nitrogenados da dieta. Resultados encontrados na literatura em estudos com novilhos (Valadares et al. 1997b; Rennó et al. 2000), descreveram que esse parâmetro é constante e não variou em função de diferenças dietéticas. Vale salientar que essa pesquisa encontrou excreção de creatinina média de 27,76 mg/Kg PV, valor muito próximo ao descrito por Rennó et al. (2000) de 27,36 mg/Kg PV. A mensuração deste parâmetro em coletas de urina em 24 horas é essencial para que se possa

efetuar a estimativa do volume urinário quando se utiliza uma única amostra diária de urina (*spot*).

Em virtude de Ørskov & Macleod (1982) terem sugerido que a excreção de creatinina poderia prever a excreção endógena de compostos nitrogenados, e Swanson (1977) ter relatado que o nitrogênio urinário endógeno (NUE) é obtido a partir de $0,44 PV^{0,5}$; neste experimento, como o peso vivo médio dos novilhos foi de 301,27; o NUE foi de 7,637 g N/dia. A excreção de creatinina foi, em média, 8,424 g/dia, 10,31% maior que o valor de NUE calculado. Valadares et al. (1997b), utilizando novilhos zebuínos, relataram que a excreção de creatinina foi de 6,797 g/dia, 8,81% menor que o NUE estimado conforme Swanson (1977), de 7,396 g N/dia. Rennó et al. (2000), em estudo com animais mestiços e zebuínos, em quatro experimentos, obtiveram excreção de creatinina média de 7,814 g/dia, 5,48% maior que o NUE, de 7,408 g N/dia.

Conclusões

O pH ruminal apresentou o mesmo comportamento para os grupos genéticos e foi influenciado positivamente pela inclusão de uréia na dieta.

As concentrações de amônia ruminal foram influenciadas positivamente pelos níveis de uréia na ração para os animais Holandeses e mestiços.

A concentração plasmática de N-uréia aumentou linearmente em função da adição de uréia na ração.

A excreção de creatinina não foi influenciada pelos grupos genéticos nem pelos níveis de uréia na dieta, e apresentou valor médio de 27,76 mg/Kg PV.

Sugere-se que as perdas urinárias endógenas de compostos nitrogenados pode ser estimada a partir da excreção de creatinina.

Literatura Citada

- AIRES, M.M. **Fisiologia básica**. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 1985. 564p.
- BALCELLS, J.; GUADA, J.A.; CASTRILLO, C. et al. Rumen digestion and urinary excretion of purine derivatives in response to urea supplementation of sodium-treated straw fed to sheep. **British Journal of Nutrition**, v.69, p. 721-732, 1993.
- BROWN, W.F.; ADJEI, M.B. Urea and(or) feather meal supplementation for yearling steers grazing limpograss (*Hemarthria altissima* var. "Floralta") pasture. **Journal of Animal Science**, v.79, p. 3170-3176, 2001.
- CATON, J.S.; DHUYVETTER, D.V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: Requirements and responses. **Journal of Animal Science**, v.75, p.533-542, 1997.
- CECAVA, M.J.; HANCOCK, D.L. Effects of anabolic steroids on nitrogen metabolism and growth of steers fed corn silage and corn-based diets supplemented with urea or combinations of soybean meal and feathermeal. **Journal of Animal Science**, v.72, p.515-522, 1994.
- CHURCH, D.C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: O & Books Inc., 1988. 564p.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livrocercos, 1979. 380 p.
- FIRKINS, J.L.; LEWIS, S.M.; MONTGOMERY, L. et al. Effects of feed intake and dietary urea concentration on ruminal dilution rate and efficiency of bacterial growth in steers. **Journal of Dairy Science**, v.70, p.2312-2321, 1987.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1707-1728, 1980.
- HENNING, P. H.; STEYN, D. G.; MEISSNER, H. H. Effect of sincronization of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. **Journal of Animal Science**, v.71, p.516-528, 1993.
- HOOVER, W.H. Chemical factories involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.2755-2766, 1986.
- HUBER, J.T. Uréia em nível de rúmen. In: 2º SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS – URÉIA PARA RUMINANTES, 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 6.
- HUNTER, R.A.; SIEBERT, B.D. Utilization of low-quality roughage by *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **British Journal of Nutrition**, v.53, p. 649-656, 1985.

- HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE. 1999, Raleigh. **Proceedings...** Raleigh:ASAS, 1999. p. 01-11.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Produção microbiana e parâmetros ruminais em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p. 1553-1561, 2002.
- KENNEDY, P.M.; MILLIGAN, L.P. The degradation and utilization of endogenous urea in the gastrointestinal tract of ruminants: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.60, p.205-221, 1980.
- KÖSTER, H.H.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C. et al. Effect of increasing proportion of supplemental nitrogen from urea on intake and utilization of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef steers. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1393-1399, 1997.
- KROPP, J.R.; JOHNSON, R.R.; MALES, J.R. et al. Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: isonitrogenous substitution of urea for soybean meal. **Journal of Animal Science**, v.46, p. 837-843, 1977a.
- KROPP, J.R.; JOHNSON, R.R.; MALES, J.R. et al. Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: level and source of nitrogen. **Journal of Animal Science**, v.46, p. 844-854, 1977b.
- LAPIERRE, H.; LOBLEY, G.E. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. **Journal of Dairy Science**, v.84(Supl. E):E223-236, 2001.
- LEÃO, M.I. **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo, digestibilidade e produção microbiana**. Belo Horizonte, MG:UFMG, 2002. 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.
- MALNIC, G.; MARCONDES, M. **Fisiologia Renal**. 3 ed. São Paulo: EPU, 1986. 409p.
- MILTON, C.T.; BRANDT Jr, R.T.; TITGEMEYER, E.C. Urea in dry-rolled corn diets: finishing steer performance, nutrient digestion, and microbial protein production. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1415-1424, 1997.
- NOLAN, J.V. Nitrogen Kinetics. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. **Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism**. Wallingford. UK. CAB International. 1993. p.123-143.
- ØRSKOV, E.R.; MACLEOD, N.A. The determination of the minimal nitrogen excretion in steers and dairy cows and physiological and practical implications. **British Journal of Nutrition**, v. 47, p. 625-636, 1982.
- PIMPA, O.; LIANG, J.B.; JELAN, Z.A. et al. Urinary excretion of duodenal purine derivatives in Kedah-Kelantan cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.92, p. 203-214, 2001.

- PRESTON, R.L.; SCHNAKENBERG, D.D.; PFANDER, W.H. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. **Journal of Nutrition**, v.86, p.281-288, 1965.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1235-1243, 2000.
- RIHANI, N.; GARRETT, W.N.; ZINN, R.A. Influence of level of urea and method of supplementation on characteristics of digestion of high-fiber diets by sheep. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1657-1665, 1993.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets:I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.
- RUSSELL, J.B.; ONODERA, R.; HINO, T. Ruminal protein fermentation: New perspectives and previous contradictions. In: TSUDA, T., SASAKI, Y., KAWASHIMA, R. (Ed.). **Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants**. New York: Academic Press, 1991. p.681-697.
- RUSSELL, J.B.; SHARP, W.M.; BALDWIN, R.L.. The effect of pH on maximum bacterial growth rate and its possible role as a determinant of bacterial competition in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.48, p.251-258, 1979.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, p.199-209, 1974.
- SHAIN, D. H.; STOCK, R. A.; KLOPFENSTEIN, T. J.; et al. Effect of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v.76, p.242-248, 1998.
- SWANSON, E.W. Factors for computing requirements of protein for maintenance of cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 60, p. 1583-1593, 1977.
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 2. Balanço nitrogenado, eficiência microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p. 921-929, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – SAEG. **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG, 1995. (Apostila).
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanços de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1259-1263, 1997a.

- VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; GONÇALVES, L.C. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1270-1278, 1997b.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock Publ. Assoc. Ithaca, 1994. 476p.
- VIEIRA, P. F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa, MG: UFV, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

Níveis de Proteína na Ração de Novilhos de Quatro Grupos Genéticos: Consumo e Digestibilidades Totais e Parciais

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito de dois níveis de proteína bruta na ração: 12 e 15%, sobre os consumos e digestibilidades aparentes totais e parciais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT), em novilhos de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu. Os animais foram distribuídos em um esquema fatorial 2x4, sendo dois níveis de proteína, e quatro grupos genéticos, num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e dois períodos. Foram alimentados com feno de capim tifton-85, e concentrado, na relação 60:40. As rações foram formuladas para obtenção de dois teores de PB: 12 e 15. O período experimental teve a duração de 16 dias, sendo 10 dias de adaptação à dieta e 6 dias para as coletas de fezes e digestas de abomaso e íleo, sendo a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) utilizada como indicador para estimar as digestibilidades. O consumo de MS (Kg/dia) foi superior para os Holandeses, intermediário para os dois grupos de mestiços, contudo, os animais ½ Holandês-Guzerá consumiram mais que os ½ Holandês-Gir, que foram superiores em relação aos zebuínos. As ingestões de MS e dos nutrientes, em Kg/dia ou em % PV, não diferiram para as dietas contendo 12 ou 15% de PB, com exceção do consumo de PB que foi superior para a dieta com 15% de PB. A digestão total, ruminal e intestinal total da MS não diferiu entre os grupos genéticos, e teores de PB. O consumo foi maior para os animais Holandeses, seguidos pelos mestiços e Zebu. O consumo de matéria seca não foi influenciado pelos teores de proteína bruta da ração. De maneira geral, as digestões totais e parciais dos nutrientes não foram afetadas pelos grupos genéticos nem pelos níveis de proteína bruta da dieta.

Palavras-chave: consumo, digestibilidade total, digestibilidade parcial, grupos genéticos, novilhos, proteína bruta

Crude Protein Levels in Diet for Steers of Four Genetic Groups: Intake and Total and Partial Digestibility

ABSTRACT - This research was carried out to evaluate the effect of two dietary crude protein levels: 12 and 15%, on the intake and total and partial apparent digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), total carbohydrates (CHO), neutral detergent fiber (NDF), non fiber carbohydrates (NCF) and total digestible nutrients intake (TDN), in steers of four genetic groups: Holstein, ½ Holstein-Guzera, ½ Holstein-Gir and Zebu. The animals were assigned to a 2x4 factorial scheme (genetic groups), being two crude protein levels and four genetic groups, in a completely randomized design, with three replicates and two periods. Animals were fed diets with 50% tifton-85 bermudagrass and concentrate hay with 60:40 ratio. Diets were formulated to contain two CP levels: 12 and 15. The experimental period lasted 16 days, being 10 days for adaptation and 6 days for collections of feces and ileum and abomasum digesta, and the indigestible acid detergent fiber (ADFi) was used as marker to estimate the digestibility. Higher values of DM intake (kg/day) were obtained for Holstein, intermediary values for both groups of crossbred, however, ½ Holstein-Guzera animals showed higher intake than ½ Holstein-Gir, that were superior than Zebu. DM and nutrients intake, in kg/day or % LW, showed no difference for the diets with 12 or 15% CP, except for CP intake, that was higher for the diet with 15% CP. Total, ruminal and total intestinal DM intake showed no difference among the genetic groups and CP contents. Holstein showed the highest intake, followed by the crossbred and Zebu. Dry matter intake was not affected by the dietary crude protein levels. Total and partial nutrients digestibility were affected nor by the genetic group, neither by the dietary crude protein levels.

Key Words: intake, total digestibility, partial digestibility, genetic groups, steers, crude protein

Introdução

Um grande número de raças de bovinos, biologicamente diferentes, podem ser utilizadas no sentido de adequar tipo de animal e ambiente, para aumentar a produtividade nos sistemas de produção, e dessa forma, o cruzamento entre raças tem muito a contribuir (Alencar, 2000).

A condução criteriosa dos programas de alimentação exige respaldo de estudos científicos que busquem conhecer, com maior precisão, as interações e o impacto produzido pelo uso de diferentes níveis de proteína sobre o consumo voluntário e a utilização e perdas de nutrientes nos diversos segmentos do trato gastrointestinal, em vários grupos genéticos de bovinos, fundamental para a maximização da eficiência de aproveitamento dos alimentos.

A resposta produtiva dos animais envolve variadas e complexas interações de fenômenos físicos, químicos e biológicos. O desempenho animal é primariamente definido pelo consumo voluntário, haja vista que este será determinante do nível de ingestão de nutrientes (Van Soest, 1994). Parte da variação na capacidade dos animais em consumir matéria seca (MS), tem base genética (Weston, 1982). A ingestão de alimentos em quantidades suficientes para alcançar seus requerimentos de manutenção e produção é um dos fatores mais importantes em sistemas de alimentação, grande parte dependente de volumosos (Sniffen et al., 1993).

A regulação do consumo envolve sinais de fome e saciedade que operam através de vários mecanismos hormonais e neurais para controlar a ingestão voluntária. Quando dietas de alta qualidade são fornecidas, o animal se alimenta para satisfazer sua demanda de energia, sendo a ingestão limitada pelo potencial genético do animal em utilizar a energia absorvida. Entretanto, quando dietas de baixa qualidade são fornecidas, o animal consome o alimento correspondente a capacidade do trato gastrointestinal. O papel dominante da regulação fisiológica e limitação física na ingestão é modificado por estímulos relacionados com a palatabilidade e manejo alimentar, dessa forma a ingestão é afetada por características do animal, do alimento e da forma de alimentação (Mertens, 1994).

Outras características da dieta também influenciam a regulação da ingestão de alimentos, entre elas, a deficiência de compostos nitrogenados. Quando o suprimento destes, proveniente do alimento ou da reciclagem endógena, não atende aos requerimentos microbianos, ocorre limitação do crescimento dos microrganismos (Sniffen et al. 1993) e depressão da digestibilidade da parede celular (Wilson & Kennedy, 1996), resultando em diminuição do consumo de MS.

Alves (2001) relatou diferenças para o consumo de MS, expresso em Kg/dia e % do peso vivo (PV), em animais cruzados Holandês-Guzerá, Holandês-Gir e Indubrasil, na fase de recria (PV inicial médio de 257 Kg), e verificou que os animais $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá apresentaram maior consumo de MS, em Kg/dia, que os $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir e Indubrasil, que não diferiram entre si. Na fase de terminação (PV inicial médio de 292 Kg), houve a mesma tendência de maior consumo para os animais Holandês-Guzerá. Ao avaliar o efeito das dietas utilizadas, que continham teores diferentes de proteína bruta (PB), 12 e 15%, o consumo de MS e de nutrientes não foi influenciado pelas rações, nas duas fases.

Valadares et al. (1997a) em estudo com animais zebuínos submetidos a dietas com 55% de feno de capim-elefante, contendo 7,0; 9,5; 12,0 ou 14,5% de PB, verificaram que o consumo de MS e MO foi menor para a ração com 7,0% de PB, em relação aos demais teores de PB, que não diferiram entre si.

Em estudo com animais $\frac{1}{2}$ Holandês-Zebu, $\frac{1}{2}$ Caracu-Zebu e Nelore, alimentados com 50% de silagem pré-seca de capim *Coastcross*, Fernandes (2001) relatou que os coeficientes de digestibilidade total da MS e dos nutrientes não foram influenciados pelos grupos genéticos.

Ítavo (2001) descreveu que os conteúdos de PB da dieta (15 e 18%) não influenciaram a digestão aparente dos nutrientes, em novilhos Nelore, nas fases de recria e terminação, e Devant et al. (2000) encontraram que os coeficientes de digestibilidade total da MS e MO não foram influenciados pela concentração protéica da dieta, em novilhas.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de dois níveis de proteína bruta na ração: 12 e 15%, sobre os consumos e digestibilidades aparentes totais e parciais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais

(CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT), em novilhos de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do Laboratório de Animais e no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Foram utilizados 12 animais castrados de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá (½ Hol-Guz), ½ sangue Holandês-Gir (½ Hol-Gir) e Zebu, sendo 3 animais de cada grupo, com peso vivo (PV) médio inicial de 325, 258, 256 e 202 Kg, respectivamente, mantidos em regime de confinamento, alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto revestido de borracha, de 3 x 3 m de área, e dotadas de comedouros de alvenaria e bebedouros individuais. Os animais foram distribuídos em um esquema fatorial 2x4, sendo dois níveis de proteína (12 e 15%), e quatro grupos genéticos (Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu), num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. A ração contendo 15% de PB foi oferecida no período 1, e a com 12% de PB no período 2.

Os animais foram castrados e posteriormente fistulados no rúmen e abomaso, segundo as técnicas descritas por Leão & Coelho da Silva (1980), sendo que apenas os animais Zebu foram fistulados também no íleo terminal, segundo técnica dos referidos autores.

Os novilhos foram alimentados à base de feno de capim tifton-85 (*Cynodon spp*), e concentrado, na relação 60:40. As rações foram formuladas para obtenção de dois teores de proteína bruta (PB): 12 e 15%. Os teores de compostos nitrogenados não protéicos (NNP) das rações foram de 30,90 e 30,98%, respectivamente, para 12 e 15% de PB. As rações foram formuladas de acordo com o National Research Council - NRC (1996).

Essas mesmas rações foram utilizadas em outro estudo (Alves, 2001), para avaliação do desempenho produtivo e características de carcaças de animais ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Indubrasil.

As proporções dos ingredientes dos concentrados são mostradas na Tabela 1, sendo a composição bromatológica dos concentrados e do feno, e a composição das rações, observados na Tabela 2. As rações com 12 e 15% de PB apresentaram 73,55 e 72,40% de nutrientes digestíveis totais (NDT), respectivamente.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nos concentrados, expressa na base da matéria seca, em função dos níveis de proteína na ração.

Ingredientes	Níveis de proteína	
	12	15
Fubá de milho ¹	91,80	75,00
Farelo de soja ¹	6,00	22,30
Uréia ¹	1,13	1,77
Sulfato de amônia ¹	0,13	0,17
Cloreto de sódio ¹	0,40	0,40
Fosfato bicálcico ¹	0,47	0,30
Microminerais ^{1,2}	0,07	0,07

¹ %.

² Composição (%): sulfato de zinco – 80,0; sulfato de cobre – 19,0; sulfato de cobalto – 0,25; iodato de potássio – 0,50; selenito de sódio – 0,25.

Os períodos experimentais tiveram a duração de 16 dias, sendo 10 dias de adaptação à dieta e 6 dias para as coletas de fezes e digestas de abomaso e íleo. Os animais foram pesados ao início e ao final de cada período experimental.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, uma única vez ao dia, às 8 horas, de modo a permitir 10% de sobras, sendo estas previamente recolhidas e pesadas diariamente durante o período de coletas, para determinação do consumo diário. Também foram realizadas amostras compostas do feno fornecido, dos concentrados, por tratamento; e das sobras, por animal em cada período. Todas estas amostras foram devidamente armazenadas a -15°C, e

posteriormente pré-secas em estufa ventilada a 65°C e moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm e submetidas às análises laboratoriais.

Tabela 2 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nitrogênio não protéico (NNP), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) dos concentrados, do feno e das rações

Itens	Concentrados		Feno	Rações	
	C1	C2		12%PB	15% PB
MS (%)	88,22	87,66	80,47	83,57	83,35
MO ¹	97,89	96,99	93,94	95,52	95,16
PB ¹	14,77	22,53	11,13	12,59	15,69
NNP ²	34,30	33,30	27,90	30,90	30,98
NIDA ²	4,71	4,56	8,22	6,82	6,76
NIDN ²	8,88	8,25	24,84	18,46	18,20
EE ¹	3,18	3,07	1,19	1,99	1,94
CHO ¹	79,95	71,39	81,62	80,95	77,53
FDN ¹	9,51	8,42	73,71	48,03	47,59
FDNcp ^{1,3}	8,58	7,96	70,74	45,88	45,63
CNF ¹	70,44	62,97	7,91	32,92	29,93
CNFcp ^{1,3}	71,37	63,43	10,88	35,08	31,90
FDA ¹	3,72	6,14	37,52	24,00	24,97
LIG ¹	1,37	1,50	5,09	3,60	3,65

¹% da MS.

² % do nitrogênio total.

³ Com correção para cinzas e proteína.

A fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) foi utilizada como indicador para estimar a produção fecal e os fluxos de MS nos compartimentos do trato gastrointestinal, para posterior determinação das digestibilidades aparentes total e parcial dos nutrientes. As amostras de alimentos, sobras, fezes, abomaso e íleo foram incubadas em sacos de ankorm (filter bag 57) no rúmen, por um período de 144 horas, segundo adaptação de técnica descrita por Cochran et al. (1986), sendo o resíduo, considerado indigestível.

As coletas de fezes e digestas de abomaso e íleo foram feitas uma vez ao dia, em seis dias consecutivos, com intervalos de 26 horas entre dias,

iniciando-se às 8 horas do dia 1 e terminando às 18 horas do dia 6. Estas amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, a 65°C por 72 a 96 horas, moídas em moinho com peneira de 1 mm. Finalmente, foi elaborada uma amostra composta por animal em cada período, com base no peso seco de cada subamostra. As amostras compostas foram devidamente acondicionadas em recipientes de vidro e posteriormente submetidas às análises laboratoriais.

As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total, extrato etéreo (EE), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) foram realizadas conforme técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002), sendo que a PB foi obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25.

Os teores de nitrogênio não protéico (NNP), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados conforme descrição de Licitra et al. (1996).

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado de acordo com Pell & Schofield (1993), utilizando-se o método da autoclave, conforme descrição de Rennó et al. (2002). Além da determinação da FDN corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}) nos alimentos, esse procedimento foi efetuado também nas amostras de sobras e fezes para os cálculos de consumo e estimativa da digestibilidade total da FDN e dos CNF.

Os carboidratos totais (CHO) foram obtidos por intermédio da equação: $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$, (Sniffen et al. 1992), enquanto os carboidratos não-fibrosos (CNF), obtidos pela diferença entre CHO e FDN_{cp} nos alimentos, nas sobras e fezes, enquanto nas digestas de abomaso e íleo, entre CHO e FDN. A determinação dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtida conforme recomendação do NRC (2001), a partir da equação: $NDT = PB_D + 2,25EE_D + FDN_D + CNF_D$, onde, PB_D é a PB digestível; EE_D , o EE digestível; FDN_D , a FDN digestível e CNF_D , os CNF digestíveis. Os teores de NDT foram obtidos pela relação entre os consumos de NDT e MS.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na Tabela 3 podem ser visualizadas as médias e os coeficientes de variação para os consumos de MS, MO, PB, EE, CHO, FDN, CNF e NDT, para os grupos genéticos Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu, e em função dos níveis de PB da ração (12 e 15%). Não houve interação de grupos genéticos e níveis de proteína, para nenhuma das ingestões estudadas ($P > 0,05$).

Os consumos de MS e MO, em Kg/dia, apresentaram-se superiores para os animais Holandeses ($P < 0,05$), intermediários para os dois grupos de mestiços, contudo, os animais ½ Holandês-Guzerá mostraram maior consumo que os ½ Holandês-Gir ($P < 0,05$), que foram superiores em relação aos zebuínos ($P < 0,05$). É necessário ressaltar o menor peso inicial dos animais do grupo Zebu, o qual pode, pelo menos em parte, justificar o seu menor consumo de MS em Kg/dia em relação aos demais grupos genéticos. Conforme relatado em capítulo anterior de consumo e digestibilidade total, os mesmos animais dos referidos grupos genéticos mostraram, de maneira geral, maior consumo de MS e MO para os Holandeses, intermediário para os mestiços, e inferiores para os zebuínos, para rações com níveis crescentes de uréia. Alves (2001), em avaliação do desempenho produtivo de animais de mesma procedência genética, e com rações semelhantes às da presente pesquisa, relatou que os animais ½ Holandês-Guzerá apresentaram maior consumo de MS, em Kg/dia, que os ½ Holandês-Gir e Indubrasil, que não diferiram entre si, na fase de recria. No entanto, Alves et al. (1998) verificaram que não houve diferença estatística para o consumo de MS, em Kg/dia, entre novilhos mestiços e zebuínos, e Rodriguez et al. (1996) relataram que o consumo de MS, expresso em $g/Kg^{0,75}$ e em % do PV, não diferiu entre animais das raças Nelore e Holandesa.

O consumo de PB não diferiu entre os animais dos grupos Holandês e ½ Holandês-Guzerá ($P > 0,05$), contudo foi superior ao consumo dos ½ Holandês-Gir, e estes superiores em relação aos Zebu ($P < 0,05$). O consumo de EE, CHO, FDN e FDNcp, mostrou o mesmo comportamento observado para o consumo de MS para os grupos genéticos. Alves (2001) relatou que o consumo de PB não foi diferente entre os grupos genéticos, e o de FDN foi superior para

os animais ½ Holandês-Guzerá, em relação aos ½ Holandês-Gir e Indubrasil, que não diferiram entre si, na fase de recria.

Tabela 3 - Médias e coeficientes de variação (CV%) para os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em função dos grupos genéticos e dos níveis de PB (%MS) da ração.

Variáveis	Grupos genéticos				Níveis de PB		CV%
	Holandês	½ Hol-Guz	½ Hol-Gir	Zebu	12	15	
Consumos (kg/dia)							
MS	9,12a	7,75b	5,98c	3,86d	6,73a	6,63a	21,84
MO	8,71a	7,39b	5,71c	3,68d	6,44a	6,31a	21,83
PB	1,30a	1,11a	0,86b	0,55c	0,85b	1,05a	22,43
EE	0,18a	0,16b	0,12c	0,08d	0,14a	0,13a	21,32
CHO	7,22a	6,12b	4,74c	3,05d	5,44a	5,12a	21,77
FDN	4,00a	3,40b	2,62c	1,80d	2,98a	2,93a	21,96
FDN _{CP} ¹	4,01a	3,40b	2,63c	1,82d	2,99a	2,94a	21,88
CNF	3,21a	2,73ab	2,12b	1,25c	2,46a	2,19a	21,88
CNF _{CP} ¹	3,21a	2,72ab	2,10b	1,24c	2,45a	2,18a	21,94
NDT	6,61a	5,61b	4,51c	2,79c	4,95a	4,80a	20,11
Consumos (%PV)							
MS	2,58a	2,82a	2,54a	1,82b	2,39a	2,48a	12,83
FDN	1,13a	1,23a	1,11a	0,85b	1,06a	1,10a	11,74
FDN _{CP} ¹	1,13a	1,24a	1,11a	0,85b	1,07a	1,10a	11,78
NDT	1,88b	2,04a	1,91ab	1,32c	1,77a	1,81a	14,01

Médias seguidas de mesma letra, na linha, para grupos genéticos e níveis de PB, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e F, respectivamente.

¹ Consumo calculado com FDN corrigida para proteína e cinzas nos alimentos e sobras.

O consumo de CNF e CNFcp não diferiu entre os animais Holandeses e ½ Holandês-Guzerá ($P>0,05$), no entanto, a ingestão desses últimos também não apresentou diferença da dos ½ Holandês-Gir ($P>0,05$), que foi superior aos zebuínos ($P<0,05$). O consumo de NDT, em Kg/dia, mostrou comportamento semelhante ao observado para o consumo de MS. De acordo com o descrito em capítulos anteriores, sobre consumo e digestibilidade total, com os mesmos grupos genéticos utilizados, a ingestão dos CNF e de NDT, não diferiu para os animais Holandeses e ½ Holandês-Guzerá, mas foi superior aos animais ½ Holandês-Gir, contudo os mestiços não foram diferentes, e os zebuínos apresentaram o menor consumo.

Os consumos de MS, FDN e FDNcp, quando expressos em % do peso vivo (PV), não diferiram ($P>0,05$) para os novilhos Holandeses e os mestiços, e foram superiores aos zebuínos ($P<0,05$). Pode ser observado que o consumo de MS para o grupo Holandês e dos mestiços, foi em média de 2,65% PV, e para os zebuínos, 1,82% PV. O consumo de MS foi em média 46% superior para os animais Holandeses e mestiços em relação aos zebuínos. O consumo de FDNcp não foi superior ao valor relatado por Mertens (1992), de 1,2% PV, como a ingestão a partir deste valor é controlada pelo efeito de enchimento, dessa forma, pode-se inferir que o consumo de alimentos apresentado nesse estudo, com dieta contendo 60% de volumoso, foi limitado pela demanda energética.

Quanto ao consumo de NDT, em % PV, os animais $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá não diferiram dos $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir ($P>0,05$), por outro lado, estes não foram diferentes dos Holandeses ($P>0,05$), que foram superiores em relação aos zebuínos ($P<0,05$). Apesar da diferença estatística encontrada entre os animais Holandeses e os dois grupos de mestiços, estes apresentaram numericamente valores próximos de consumo de NDT em % PV, em contraste aos Zebu, que mostraram a menor ingestão.

De maneira geral, o comportamento dos grupos genéticos frente aos consumos de MS e de nutrientes, mostrou-se semelhante para ambos os capítulos que abordaram avaliação de consumo, sendo que os Holandeses apresentaram os maiores consumos, os mestiços, intermediários, e os zebuínos, os menores valores.

Quando o consumo foi avaliado em relação aos dois teores de PB, as ingestões de MS, MO, dos nutrientes e de NDT, expressas em Kg/dia ou em % PV, não diferiram para as dietas contendo 12 ou 15% de PB ($P>0,05$). A ausência de diferenças entre os consumos para esses dois níveis de proteína na ração, que apresentaram teores semelhantes de carboidratos na dieta, é esperada, em virtude da afirmação de Mertens (1994), que relata que é difícil imaginar um mecanismo pelo qual o aumento da concentração de proteína iria resultar no aumento da ingestão, sem incluir a teoria da regulação da energia. Alves (2001), com rações similares a da presente pesquisa, relatou que os níveis de PB das dietas não afetou os consumos de nutrientes. Valadares et al. (1997a) em estudo com animais zebuínos submetidos a dietas com 55% de

feno de capim-elefante, contendo 7,0; 9,5; 12,0 ou 14,5% de PB, verificaram que o consumo de MS e MO foi menor para a ração com 7,0% de PB, em relação aos demais teores de PB, que não diferiram entre si. Devant et al. (2000) relataram que os teores de proteína da ração (14 e 17% de PB), não influenciaram no consumo de MS de novilhas Holandesas. Alves et al. (1998), avaliando duas dietas com níveis diferentes de PB, fornecidas para novilhos zebuínos e mestiços, também não encontraram diferenças no consumo de MS.

Somente o consumo de PB apresentou diferença entre as rações ($P < 0,05$), sendo superior para a ração com 15% de PB. Esse resultado já era esperado, devido ao fato do conteúdo desse nutriente ser superior para a dieta com 15% de PB, em relação à com 12% de PB. Ítavo (2001) em avaliação do consumo em animais zebuínos na fase de recria, submetidos a dois níveis de PB na ração, 15 e 18%, relatou que o consumo de MS e dos nutrientes, com exceção da ingestão de PB, não foi afetado pelos teores de PB da dieta. Huntington et al. (2001), em um estudo com novilhos alimentados com silagem de milho, e suplementados com dois níveis de farelo de soja (adição de 100 e 200g de PB), descreveram que a ingestão de MS não foi afetada pelos tratamentos. Valadares et al. (1997b) descreveram que o consumo de compostos nitrogenados aumentou em função dos níveis de PB dietéticos.

Na Tabela 4 são apresentadas as médias e os coeficientes de variação para as digestibilidades totais de MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF para os grupos genéticos Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu, e em função dos níveis de PB da ração; 12 e 15%. Não houve interação de grupos genéticos e níveis de proteína, para nenhuma das digestibilidades avaliadas ($P > 0,05$). O coeficiente de digestibilidade total da MS não diferiu entre os grupos genéticos ($P > 0,05$), apesar do consumo de MS ter diferido. De acordo com Conrad et al. (1964), em dietas com digestibilidade da MS inferior a 66%, os fatores físicos determinam o consumo de alimentos, já no caso de rações com digestibilidade superior a este valor, a ingestão de MS é controlada por fatores fisiológicos. Na presente pesquisa, a digestibilidade total da MS apresentou média de 73,49%. Alguns estudos conduzidos com diferentes grupos genéticos, os quais realizaram ensaios de digestibilidade, (Valadares Filho, 1985; Gonçalves, 1988; Hennessy et al., 1995; Estrada, 1996; Fernandes, 2001), inclusive o capítulo que abordou a avaliação da

digestibilidade total com os mesmos animais aqui utilizados, relataram que a digestão da MS não diferiu entre os grupos genéticos. Entretanto, outras pesquisas (Andrade, 1992; Oliveira et al. 1994 e Rodriguez et al. 1997) verificaram comportamentos diferenciados para a digestibilidade total da MS entre grupos genéticos.

As digestibilidades totais da MO, PB, EE, CHO, FDN e FDN_{CP} não diferiram entre os grupos genéticos ($P>0,05$), e apresentaram médias de 74,54; 73,18; 82,58; 74,54; 65,19 e 68,36%, respectivamente, seguindo o observado para a digestão da MS. Borges et al. (2001) relataram não haver diferenças para os coeficientes de digestibilidade total da PB e CHO em novilhas da raça Holandesa e Guzerá, e Rodriguez et al. (1997) em trabalho com bovinos Nelore e Holandeses, afirmaram que as digestibilidades totais da PB e FDN não diferiram entre esses animais. Valadares Filho (1985) encontrou digestões dos componentes da parede celular (celulose e hemicelulose) semelhantes entre animais Holandeses, 5/8 Holandês-Zebu, 3/4 Holandês-Zebu, 1/2 Holandês-Zebu e Nelore.

Tabela 4- Médias e coeficientes de variação (CV%) para as digestibilidades aparentes totais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) em função dos grupos genéticos e dos níveis de PB (%MS) da ração.

Variáveis	Grupos genéticos				Níveis de PB		CV%
	Holandês	1/2 Hol-Guz	1/2 Hol-Gir	Zebu	12	15	
MS	72,92a	72,64a	75,91a	72,47a	73,80a	73,18a	3,57
MO	73,99a	73,71a	76,86a	73,60a	74,79a	74,29a	3,23
PB	73,05a	72,55a	75,30a	71,82a	71,78b	74,57a	4,45
EE	85,05a	81,34a	83,53a	80,36a	84,77a	80,38b	4,32
CHO	73,82a	73,69a	76,94a	73,71a	75,00a	74,08a	3,18
FDN	64,68a	64,47a	67,27a	64,32a	65,99a	64,38a	5,23
FDN _{CP} ¹	67,65a	67,28a	70,23a	68,25a	68,90a	67,81a	4,35
CNF	85,33b	85,23b	88,92a	87,27ab	86,21a	87,16a	2,49
CNF _{CP} ¹	81,62b	81,76b	85,32a	81,64b	82,63a	82,54a	3,01

Médias seguidas de mesma letra, na linha, para grupos genéticos e níveis de PB, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e F, respectivamente.

¹ Digestibilidade calculada com FDN corrigida para proteína e cinzas no alimento, fezes e sobras.

As digestões dos CNF e CNFcp diferiram entre os grupos genéticos ($P < 0,05$). As digestibilidades dos CNF foram superiores para os animais $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir, porém estes não diferiram dos Zebu, que também não diferiram dos $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá e Holandês. Já as digestões dos CNFcp foram superiores para os animais $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir ($P < 0,05$) em relação aos Zebu, $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá e Holandês, que não diferiram entre si ($P > 0,05$).

Quando as digestibilidades totais foram avaliadas em função dos níveis de PB da dieta, pode ser observado que as digestões da MS, MO, CHO, FDN, FDNcp, CNF e CNFcp não foram influenciadas pelos tratamentos ($P > 0,05$). Ítavo (2001) relatou que os teores de PB da dieta (15 e 18%) não influenciaram a digestibilidade aparente dos nutrientes, em novilhos Nelore, nas fases de recria e terminação. Castillo et al. (2001) relataram que a digestão da MS não foi afetada pelo teor de proteína da dieta, em vacas Holandesas lactantes. Devant et al. (2000) descreveram que a digestibilidade total da MS e MO não foi influenciada pela concentração protéica da dieta, e apresentaram médias de 73,5 e 75,2%, respectivamente, em novilhas. No presente trabalho foram encontradas digestões médias da MS e MO de 73,49 e 74,54%, respectivamente.

A digestão da PB e do EE diferiu entre as duas rações ($P < 0,05$). A digestibilidade da PB foi superior para o maior nível de PB na dieta ($P < 0,05$), e apresentou, médias de 71,78 e 74,57%, respectivamente para os teores de 12 e 15% de PB. Resultados semelhantes foram encontrados por Valadares et al. (1997a), que verificaram que o coeficiente de digestibilidade aparente dos compostos nitrogenados aumentou significativamente com o teor de PB da dieta. Estes autores justificaram esse fato à maior ingestão de compostos nitrogenados e à progressiva diminuição da proporção de nitrogênio endógeno nos compostos nitrogenados fecais. Devant et al. (2000) também encontraram maior digestibilidade aparente no trato total para a dieta com maior teor protéico. A digestibilidade total do EE foi superior para a ração com 12% de PB.

Podem ser visualizadas na Tabela 5, as médias e os coeficientes de variação para as digestibilidades ruminais e intestinais totais de MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF, em função dos grupos genéticos e dos níveis de PB da ração. Não houve interação de grupos genéticos e níveis de proteína, para nenhuma das digestibilidades parciais estudadas ($P > 0,05$).

As digestões ruminais da MS, MO, PB, CHO e CNF não foram diferentes entre os grupos genéticos ($P>0,05$). Valadares Filho (1985) encontrou digestibilidade ruminal da MS semelhante em animais Holandeses, $\frac{3}{4}$ Holandês-Zebu e Nelore submetidos a dietas a base de feno de capim-gordura, e Andrade (1992) relatou digestão ruminal da MO similar para bovinos Holandeses, mestiços e zebuínos. Gomes (1982) e Lima (1986) descreveram que a digestibilidade ruminal da PB não foi afetada pelos grupos genéticos (taurinos, mestiços e zebuínos).

A digestibilidade ruminal do EE apresentou diferença entre os grupos genéticos ($P<0,05$), e apresentou o maior e menor valor, 10,79 e $-8,81\%$, para os grupos $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir e Holandês, respectivamente. O valor negativo indica síntese de lipídeos microbianos.

Tabela 5 – Médias e coeficientes de variação (CV%) para as digestibilidades ruminais e intestinais totais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) em função dos grupos genéticos e dos níveis de PB (%MS) da ração.

Variáveis	Grupos genéticos				Níveis de PB		CV%
	Holandês	$\frac{1}{2}$ Hol-Guz	$\frac{1}{2}$ Hol-Gir	Zebu	12	15	
Digestibilidade ruminal							
MS ¹	72,86a	74,13a	78,04a	69,56a	73,75a	73,55a	7,20
MO ¹	77,84a	78,85a	82,29a	77,34a	79,30a	78,86a	5,85
PB ²	28,46a	36,43a	40,90a	26,63a	30,25a	35,96a	22,88
EE ²	-8,81b	5,71ab	10,79a	-5,17b	4,19a	-2,92b	1804,69
CHO ¹	87,54a	85,92a	89,18a	86,61a	87,10a	87,53a	5,59
FDN ¹	90,22b	94,73a	97,03a	95,37a	92,49b	96,18a	5,98
CNF ¹	84,97a	77,64a	81,89a	77,38a	82,02a	78,92a	8,04
Digestibilidade intestinal total							
MS ¹	27,14a	25,87a	21,96a	30,44a	26,25a	26,45a	20,13
MO ¹	22,16a	21,15a	17,71a	22,66a	20,70a	21,14a	22,10
PB ²	61,93a	56,94a	58,08a	61,05a	59,27a	59,73a	8,55
EE ²	86,10a	80,33a	81,37a	81,24a	83,99a	80,52a	4,84
CHO ¹	12,46a	14,08a	10,82a	13,39a	12,90a	12,47a	38,51
FDN ¹	9,78a	5,27b	2,97b	4,63b	7,51a	3,82b	99,60
CNF ¹	15,03a	22,36a	18,11a	22,62a	17,98a	21,08a	33,13

Médias seguidas de mesma letra, na linha, para grupos genéticos e níveis de PB, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e F, respectivamente.

¹ Digestibilidade calculada em % do total digestível.

² Digestibilidade expressa em % da quantidade que chegou a cada local.

A FDN mostrou digestão ruminal diferente entre os grupos genéticos ($P < 0,05$), sendo superior para os dois grupos de mestiços e os Zebu, que não diferiram entre si ($P > 0,05$), e inferior para os Holandeses. Esse fato, pode ser atribuído, possivelmente, ao maior consumo de MS e de FDN por parte desse grupo genético. Segundo o NRC (2001), aumento no consumo reduz a digestibilidade dos nutrientes. Na presente pesquisa, a média da digestibilidade ruminal da FDN para os animais mestiços e zebuínos foi de 95,71%, e para os Holandeses de 90,22%. Com os mesmos grupos genéticos, no capítulo que avaliou as digestões ruminais em dietas com adição de uréia, foi obtido valor médio de 92,36% para digestibilidade ruminal da FDN. Esses valores para digestão ruminal da FDN acima de 90%, se justificam em função da FDN ser preferencialmente, utilizada no rúmen.

Os coeficientes de digestibilidade ruminal da MS, MO, PB, CHO e CNF não foram afetados pelos teores de PB da dieta ($P > 0,05$). Valadares et al. (1997a) verificaram que a digestibilidade da MS e MO no rúmen foi influenciada pelos teores de PB da ração, e a digestão dos CHO apresentou valor médio de 78,81%, em novilhos Nelore. Klusmeyer et al. (1990) relataram que as digestões ruminais da MO e do amido, não foram afetadas pelos conteúdos de PB (11,0 e 14,5%) da dieta, em vacas Holandesas.

A digestão ruminal do EE diferiu entre os níveis de PB ($P < 0,05$), e apresentou médias de 4,19 e -2,92%, respectivamente, quando a ração continha 12 e 15% de PB. A digestão ruminal da FDN mostrou valor superior quando a ração continha 15% de PB, 96,18%, em relação a 92,49%, para o teor de 12% de PB ($P < 0,05$). O aumento na digestibilidade da FDN, provavelmente se deve ao fato, do conteúdo mais elevado de PB ter promovido maior crescimento microbiano, refletindo num aumento da digestão da FDN no rúmen. No entanto, a digestibilidade total da FDN não diferiu entre os teores de PB (Tabela 4). Valadares et al. (1997a) relataram digestão ruminal da FDN média de 94,0%, com diferentes níveis de PB na dieta.

As digestibilidades intestinais totais da MS, MO, PB, EE, CHO e CNF não diferiram entre os grupos genéticos ($P > 0,05$). Esse comportamento da digestão intestinal total é reflexo do resultado da digestão ruminal. Apenas a digestibilidade intestinal da FDN diferiu entre os grupos genéticos ($P < 0,05$), assim como ocorreu para a sua respectiva digestão ruminal. Os animais

Holandeses apresentaram a maior digestão intestinal da FDN (9,78%), e os animais mestiços e zebuínos, a menor, média de 4,29%, e não diferiram entre si ($P>0,05$).

As digestões intestinais totais da MS, MO, PB, EE, CHO e CNF não foram afetadas pelos teores de PB da dieta ($P>0,05$). Klusmeyer et al. (1990) verificaram que as digestões intestinais da MO e do amido, não foram afetadas pela concentração de proteína da dieta. Em virtude da diferença observada para a sua digestão no rúmen, a digestibilidade intestinal total da FDN foi influenciada pelos níveis de PB da ração, e apresentou médias de 7,51 e 3,82%, respectivamente, para os teores de 12 e 15% de PB.

Na Tabela 6 são apresentadas as médias e os coeficientes de variação para as digestibilidades nos intestinos delgado e grosso de MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF, para o grupo genético Zebu, em função dos níveis de PB da ração. Pode ser observado que, todas as digestões avaliadas no intestino delgado e grosso não foram afetadas pelos teores de proteína da dieta ($P>0,05$).

As digestões no intestino delgado da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF apresentaram médias de 21,45; 16,77; 60,25; 82,36; 6,50; -1,40 e 14,70%, respectivamente. Valadares et al. (1997a) relataram que as digestões da MS, MO, EE e CHO no intestino delgado, não foram influenciadas pelo conteúdo de PB da dieta (7,0; 9,5, 12,0 e 14,5% de PB) em novilhos zebuínos. Ítavo et al. (2002) verificaram que as digestões da PB, EE, FDN e CHO no intestino delgado não diferiram em função dos níveis de concentrado para animais Nelore. A digestibilidade média da FDN no intestino delgado mostrou valor próximo de zero, já que a FDN praticamente não é digerida neste local. Este fato confirma que a estimativa do fluxo de MS no íleo terminal foi determinado corretamente.

As digestibilidades no intestino grosso da MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF apresentaram valores médios de 8,99; 5,89; 1,86; -6,11; 6,90; 6,04 e 7,92%, respectivamente. A digestão da PB mostrou valor positivo, média de 1,86%, indicando que houve absorção de nitrogênio na forma de amônia. Valadares et al. (1997a e b), em estudo com animais zebuínos, verificaram que as digestões da MS, MO, PB, EE, CHO e FDN no intestino grosso, não foram influenciadas pelos teores de proteína da ração. Ítavo et al. (2002) relataram

que a digestibilidade da MS, MO, PB e CHO não foram afetadas pela inclusão de concentrado na dieta de novilhos Nelore.

Tabela 6 – Médias (%) e coeficientes de variação (CV%) para as digestibilidades nos intestinos delgado e grosso da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) em função dos níveis de PB (%MS) da ração para o grupo genético Zebu.

Variáveis	Níveis de proteína (%MS)		CV%
	12	15	
Digestibilidade no intestino delgado			
MS ¹	22,56a	20,34a	31,57
MO ¹	17,44a	16,10a	31,95
PB ²	61,15a	59,34a	5,14
EE ²	83,72a	81,00a	2,04
CHO ¹	6,85a	6,14a	105,04
FDN ¹	0,01a	-2,81a	787,62
CNF ¹	13,51a	15,89a	29,42
Digestibilidade no intestino grosso			
MS ¹	9,13a	8,85a	75,55
MO ¹	6,10a	5,67a	105,21
PB ²	1,58a	2,13a	947,16
EE ²	-1,60a	-10,61a	124,20
CHO ¹	7,04a	6,75a	92,72
FDN ¹	5,58a	6,49a	166,14
CNF ¹	8,77a	7,06a	63,02

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F.

¹ Digestibilidade calculada em % do total digestível.

² Digestibilidade expressa em % da quantidade que chegou a cada local.

Conclusões

O consumo foi maior para os animais Holandeses, seguidos pelos mestiços e Zebu.

O consumo de matéria seca não foi influenciado pelos teores de proteína bruta da ração.

De maneira geral, as digestões totais e parciais dos nutrientes não foram afetadas pelos grupos genéticos nem pelos níveis de proteína bruta da dieta.

Literatura Citada

- ALENCAR, M.M. Cruzamentos para a produção de carne bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE CORTE, 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2000. p. 1.
- ALVES, D.D. **Desempenho produtivo e características de carcaças de bovinos Zebu e cruzados Holandês-Zebu (F₁), nas fases de recria e terminação.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- ALVES, J.B.; STAGLIANO, R.L.; BASTOS, J.F.P. et al. Desempenho de novilhos zebuínos e mestiços em confinamento com diferentes alimentações. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 311.
- ANDRADE, A.T. **Digestão total e parcial da matéria seca, matéria orgânica, energia bruta e proteína bruta em diferentes grupos genéticos de bovídeos.** Viçosa, MG: UFV, 1992. 181p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- BORGES, A.L.C.C.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Digestibilidade aparente de dieta à base de feno de tifton 85 (*Cynodon spp.*), farelo de soja e milho em novilhas das raças Guzerá e Holandesa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 939.
- CASTILLO, A.R.; KEBREAB, E.; BEEVER, D.E. et al. The effect of protein supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. **Journal of Animal Science**, v.79, p.247-253, 2001.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- CONRAD, H.R.; PRATT, A.D.; HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.47, p.54-62, 1964.
- DEVANT, M.; FERRET, A. GASA, J. et al. Effects of protein concentration and degradability on performance, ruminal fermentation, and nitrogen metabolism in rapidly growing heifers fed high-concentrate diets from 100 a 230Kg body weight. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1667-1676, 2000.

- ESTRADA, L.H.C. **Composição corporal e exigências de proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K). Características de carcaça e desempenho do nelore e mestiços em confinamento.** Viçosa, MG:UFV, 1996. 128p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- FERNANDES, H.J. **Desempenho produtivo, digestibilidade e composição corporal de bovinos de três grupos genéticos na recria e na terminação.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 72p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- GOMES, S.Z. **Digestão parcial e total da proteína e energia e consumo voluntário de matéria seca por diferentes grupos genéticos de bovídeos.** Viçosa, MG: UFV, 1982. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1982.
- GONÇALVES, L.C. **Digestibilidade, composição corporal, exigências nutricionais e características de carcaça de zebuínos, taurinos e bubalinos.** Viçosa, MG: UFV, 1988. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- HENNESSY, D.W.; KOHUN, P.J.; WILLIAMSON, P.J. et al. The effect of nitrogen and protein supplementation on feed intake, growth and digestive function of steers with different *Bos indicus*, *Bos taurus* genotypes when fed a low quality grass hay. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 46, p.1121-1136, 1995.
- HUNTINGTON, G.; POORE, M.; HOPKINS, B. et al. Effect of ruminal protein degradability on growth and N metabolism in growing beef steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p.533-541, 2001.
- ÍTAVO, L.C.V. **Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana de novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado, utilizando diferentes indicadores e períodos de coleta.** Viçosa, MG: UFV, 2001.100p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1543-1552, 2002.
- KLUSMEYER, T.H.; MCCARTHY JR., R.D.; CLARK, J.H. Effects of source and amount of protein on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.73, p. 3526-3537, 1990.
- LEÃO, M.I.; COELHO DA SILVA, J.F. Técnicas de fistulação de abomaso em bezerros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1. REUNIÃO

ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17, 1980, Fortaleza.
Anais... Fortaleza: SBZ, 1980. p.37.

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, p. 347-358, 1996.

LIMA, F.C. **Digestão total e parcial da energia e proteína em taurinos, zebuínos e seus mestiços e em bubalinos**. Viçosa, MG: UFV, 1986. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1986.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.188.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C., (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. American Society of Agronomy. NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994. p.450-493.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, DC: National Academy, 1996. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington, DC: National Academy, 2001. 381p.

OLIVEIRA, M.A.T.; FONTES, C.A.A.; LANA, R.P. et al. Consumo alimentar e digestibilidade de rações com dois níveis de concentrado em bovinos de cinco grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.667-677, 1994.

PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1063-1073, 1993.

RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Indicadores interno ou externo e efeito da contaminação da fibra em detergente neutro sobre a digestibilidade aparente total em novilhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

RODRIGUEZ, L.R.R.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Consumo de rações contendo quatro níveis de concentrado por bovinos Holandeses e Nelores e por Bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, p. 568-581, 1996.

RODRIGUEZ, L.R.R.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Digestibilidade de rações contendo quatro níveis de concentrado em bovinos (Taurinos e

- Zebuínos e bubalinos). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p. 844-851, 1997.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S. et al. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3160-3178, 1993.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – SAEG. **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG, 1995. (Apostila).
- VALADARES FILHO, S. C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. Viçosa, MG: UFV, 1985. 148 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1985.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M.; et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p.1252-1258, 1997a.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanços de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1259-1263, 1997b.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock Publ. Assoc. Ithaca, 1994. 476p.
- WESTON, R. Animal factors affecting feed intake. In: NUTRITIONAL LIMITS TO ANIMAL PRODUCTION FROM PASTURES, 1982, Sta. Lucia. **Proceedings...** Sta. Lucia: Queens, 1982. p.183.
- WILSON, J.R.; KENNEDY, P.M. Plant and constraints to voluntary feed intake associated with fibre characteristics and particle breakdown and passage in ruminants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.47, p.199-225, 1996.

**Níveis de Proteína na Ração de Novilhos de Quatro Grupos Genéticos:
Balanço de Compostos Nitrogenados e Estimativa da Produção de
Proteína Microbiana por Intermédio dos Derivados de Purinas na Urina**

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito de dois níveis de proteína bruta (PB) na ração (12 e 15%), sobre o balanço de compostos nitrogenados e a estimativa da produção de proteína microbiana por intermédio dos derivados de purinas na urina, em novilhos Holandeses, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebus. Os animais foram distribuídos em um esquema fatorial 2x4, sendo dois níveis de PB, e quatro grupos genéticos, num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. O período experimental teve a duração de 18 dias, sendo 10 dias de adaptação à dieta e 6 dias para as coletas de fezes e digestas de abomaso, um dia para a coleta total de urina em 24 horas e um dia para a coleta de conteúdo ruminal para isolamento de bactérias. Na urina foram realizadas as análises de nitrogênio e dos derivados de purinas, alantoína e ácido úrico. Foi feita comparação entre a produção microbiana usando as bases purinas no abomaso com os derivados de purinas na urina; entre as determinações da produção microbiana pelos derivados de purinas com duas equações distintas ou com as bases purinas no abomaso. O balanço de compostos nitrogenados não foi alterado pelos teores de proteína bruta da dieta. As eficiências microbianas não foram influenciadas nem pelo grupo genético dos animais nem pelo conteúdo protéico da ração. A estimativa da produção de compostos nitrogenados microbianos pode ser feita a partir da excreção dos derivados de purinas na urina. Sugere-se que a excreção urinária dos derivados de purinas seja determinada utilizando a equação de Orellana Boero et al. (2001).

Palavras-chave: balanço de compostos nitrogenados, compostos nitrogenados microbianos, grupos genéticos, novilhos, proteína bruta, purinas na urina

Crude Protein Levels in Diet for Steers of Four Genetic Groups: Nitrogen Compounds Balance and Microbial Protein Production by the Urinary Purine Derivatives

ABSTRACT - This research was carried out to evaluate the effect of two dietary crude protein (CP) levels (12 and 15%), on the nitrogen compounds balance and the estimate of microbial protein production by the urinary purine derivatives, in Holstein, ½ Holstein-Guzera, ½ Holstein-Gir and Zebu. The animals were assigned to a 2x4 factorial scheme, being two CP levels and four genetic groups, in a completely randomized design, with three replicates. The experimental period lasted 18 days, being 10 days for adaptation and 6 days for collections of feces and abomasum digesta, one day for 24-h total collection of urine and one day for ruminal content collection for bacteria isolation. Analyses of nitrogen and derivatives of purine, allantoin and uric acid were performed in the urine. A comparison among the microbial production using the purine bases in the abomasum and urinary purine derivatives and the determination of microbial production by purine derivatives, using two different equations or purine base method in the abomasum, was performed. Nitrogen compounds balance was not affected by the dietary crude protein levels. Microbial efficiency was affected nor by the genetic groups, neither by the dietary crude protein levels. The estimate of microbial nitrogen compounds production can be obtained from the excretion of urinary purine derivatives. It is recommended to determine the excretion of urinary purine derivatives by using the Orellana Boero et al. (2001) equation.

Key Words: nitrogen compounds balance, microbial nitrogen compounds, genetic groups, steers, crude protein, purine in the urine

Introdução

A importância do metabolismo dos compostos nitrogenados no rúmen se deve às alterações qualitativas e quantitativas dos aminoácidos nas proteínas ingeridas e à modificação da quantidade de compostos nitrogenados para o animal (Coelho da Silva & Leão, 1979). Os compostos nitrogenados não amoniacais (NNA) presentes no abomaso têm sido utilizados para avaliar os compostos nitrogenados que chegam ao intestino delgado e incluem, principalmente, os compostos nitrogenados dietéticos não degradados e os compostos nitrogenados de origem microbiana. Os NNA totais do abomaso contêm ainda outra fração, a proteína endógena, constituída principalmente de enzimas, muco e células epiteliais (National Research Council - NRC, 1985).

A proteína bruta microbiana sintetizada no rúmen, a proteína bruta do alimento não degradada no rúmen, e em menor extensão, a proteína endógena, contribuem para a passagem de proteína metabolizável para o intestino delgado. Esta última é definida como a proteína verdadeira que é digerida no intestino delgado e é composta por aminoácidos absorvidos neste local (NRC, 2001).

A composição dos microrganismos ruminais varia conforme a fase do crescimento microbiano, a disponibilidade de nutrientes, o tipo de microrganismo (NRC, 1985) e com o tempo de amostragem (Cecava et al., 1990). Considerando dados de dez experimentos conduzidos no Brasil, Valadares Filho (1995) relatou valores médios de 89,2% para o teor de matéria seca (MS) e 84,6; 7,1; 8,6; 4,6 e 17,6%, para os respectivos teores de matéria orgânica (MO), nitrogênio (N) total, RNA-purinas, lipídeos e relação N-RNA: N-total, expressos na base da MS.

Na nutrição protéica dos ruminantes, o conceito atual é maximizar a produção de proteína microbiana. A alta produção de compostos nitrogenados microbianos diminui a necessidade de suplementação de fontes ricas em proteína não degradável no rúmen, e proporciona alta fixação de carbono nas células microbianas, reduzindo também as perdas fermentativas na forma de dióxido de carbono e metano (Blümmel & Lebzien, 2001).

Muitos são os fatores que afetam a eficiência de síntese de proteína microbiana (NRC, 1985, Russell et al., 1992). A maximização da eficiência de

síntese microbiana poderá ser conseguida através da manipulação dos componentes da dieta. As disponibilidades de energia e de nitrogênio são os principais determinantes do processo de síntese microbiana ruminal (Moscardini et al., 1998). De acordo com Firkins et al. (1998), o fluxo de compostos nitrogenados microbianos pode ser influenciado pela proporção de forragem e concentrado da dieta ou pelo suprimento de proteína degradável no rúmen. Valadares et al. (1997b) encontraram menor produção de proteína microbiana para dieta com 7,0% de proteína bruta, que para rações com 9,5; 12,0 e 14,5%, que não diferiram entre si.

Os métodos utilizados para medir a quantidade de compostos nitrogenados microbianos baseiam-se em indicadores microbianos, como bases purinas (RNA), ácido 2,6 diaminopimélico (DAPA), ^{35}S e ^{15}N . Broderick & Merchen (1992) afirmaram que nenhum indicador é totalmente adequado, conseqüentemente, as estimativas obtidas são relativas e não absolutas. A metodologia que se baseia na excreção de derivados de purinas na urina é menos invasiva que a utilização dos indicadores descritos acima, pois não necessita que os animais sejam preparados cirurgicamente. A relação entre produção de proteína microbiana e excreção urinária de derivados de purinas foi primeiramente demonstrada por Blaxter e Martin (1962) e Topps e Elliot (1965), citados por Fujihara et al. (1987).

Nesse sentido, tem se desenvolvido pesquisas para se estimar a produção microbiana, a partir do estudo do metabolismo das purinas nos ruminantes e da relação existente entre a excreção urinária dos derivados de purinas e produção de proteína microbiana ruminal (Verbic et al., 1990; Puchala & Kulasek, 1992; Valadares et al., 1999; Rennó et al., 2000; Martín-Orúe et al., 2000; Orellana Boero et al., 2001). Esta técnica admite que os ácidos nucléicos no duodeno são de origem predominantemente microbiana e, após digestão intestinal e absorção, os derivados de purinas são proporcionalmente recuperados na urina, principalmente na forma de alantoína, mas também como ácido úrico, hipoxantina e xantina (Perez et al., 1996).

Na urina de bovinos, as purinas têm composição de aproximadamente 85% de alantoína e 15% de ácido úrico; xantina e hipoxantina não estão presentes em quantidades significativas (Verbic et al., 1990), pois devido à

alta atividade da enzima xantina oxidase nesta espécie, estas são convertidas em ácido úrico (Chen & Gomes, 1992).

A determinação da produção microbiana a partir da excreção dos derivados de purinas na urina, necessita da estimativa da excreção endógena dos derivados de purinas e da recuperação das purinas absorvidas como derivados de purinas na urina. Orellana Boero et al. (2001) estimaram que a excreção endógena foi de $0,235 \text{ PV}^{0,75}$, valor inferior ao descrito por Verbic et al. (1990) de $0,385 \text{ PV}^{0,75}$. Com relação à recuperação das purinas na urina, os valores se encontram próximos, 84 e 85%, respectivamente para cada autor.

Puchala & Kulasek (1992) em estudo com ovinos, e Martín-Orúe et al. (2000), em trabalho com novilhas, verificaram que o fluxo de compostos nitrogenados microbianos determinado a partir das bases purinas no duodeno e da excreção dos derivados de purinas na urina, foram similares.

Segundo Stangassinger et al. (1995), existe pouca informação sobre a excreção de purinas em animais zebuínos. Rennó et al. (2000) em estudo com animais mestiços e zebuínos, comparando os métodos das bases purinas e da excreção de derivados de purinas na urina verificaram, em ambos os grupos, que a produção microbiana pode ser mensurada pela excreção dos derivados de purinas na urina. Pimpa et al. (2001) relataram que a excreção urinária dos derivados de purinas urinários em zebuínos é similar a de bovinos de raça europeia.

Devant et al. (2000) em estudo com novilhas alimentadas com rações contendo duas porcentagens de PB (14 e 17%), verificaram que a produção microbiana estimada pelos derivados de purinas na urina não diferiu entre os tratamentos.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de dois níveis de proteína bruta na ração sobre o balanço de compostos nitrogenados e a estimativa da produção de proteína microbiana por intermédio dos derivados de purinas na urina, em novilhos de quatro grupos genéticos.

Material e Métodos

O local do experimento, as instalações, os animais, o sistema de alimentação, a composição das rações e a determinação dos fluxos de matéria seca no trato gastrointestinal foram descritos no capítulo anterior.

Foram utilizados 12 animais castrados e fistulados no rúmen e no abomaso, de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá (½ Hol-Guz), ½ sangue Holandês-Gir (½ Hol-Gir) e Zebu, sendo 3 animais de cada grupo, distribuídos em um esquema fatorial 2x4, sendo dois níveis de proteína (12 e 15%), e quatro grupos genéticos, num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. A ração contendo 15% de PB foi oferecida no período 1, e a com 12% de PB no período 2.

Os períodos experimentais tiveram a duração de 18 dias, sendo 10 dias de adaptação à dieta, 6 dias para as coletas de fezes e digestas de abomaso, um dia para a coleta total de urina em 24 horas e, no último dia do período, foi realizada a coleta de conteúdo ruminal para isolamento de bactérias.

A fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) foi utilizada como indicador para estimar a produção fecal e os fluxos de MS no abomaso.

As amostras de urina, em cada período experimental, foram obtidas a partir de coletas em 24 horas (Valadares et al., 1997a), utilizando-se funis coletores adaptados aos animais. Mangueiras de borracha, acopladas aos funis, conduziram a urina até recipientes plásticos contendo 250 mL de solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 20%. Após a coleta, foi determinado o volume total de urina produzido, e as amostras foram homogeneizadas e, em seguida, retiradas alíquotas de 100 mL. Estas amostras de urina tiveram o pH ajustado abaixo de 3 e foram diluídas 3 a 4 vezes, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas urinários e precipitação de ácido úrico. Devidamente identificadas, foram armazenadas a -15°C para posteriores análises laboratoriais.

No último dia de cada período experimental foram coletadas amostras de digesta ruminal, de cada animal, para o isolamento de bactérias, conforme metodologia descrita por Cecava et al. (1990). As análises bromatológicas das bactérias foram realizadas segundo Silva & Queiroz (2002). O indicador microbiano usado para a quantificação dos microrganismos, foi as bases

purinas, cuja determinação seguiu a técnica descrita por Ushida et al. (1985). A quantidade de compostos nitrogenados microbianos presentes no abomaso foi determinada pelo fluxo de N-RNA presente no abomaso dividido pela relação N-RNA: N-total determinada nas bactérias isoladas de rúmen. Na urina foi realizada a quantificação dos compostos nitrogenados.

A quantificação dos compostos nitrogenados não amoniacais (NNA) na digesta de abomaso foi obtida por diferença entre o N total e o N amoniacal (N-NH₃) que foi determinado nas amostras *in natura* da digesta de abomaso. As concentrações de N-NH₃ nas amostras dos fluidos de abomaso foram determinadas mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2N, conforme técnica de Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980).

Na urina foram realizadas a quantificação dos compostos nitrogenados e as análises de derivados de purinas (alantoína e ácido úrico), que foram feitas 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 (\hat{Y} , mmol/dia), por intermédio da equação: $\hat{Y} = 0,85X + 0,385 PV^{0,75}$, em que 0,85 é a recuperação das purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e 0,385 PV^{0,75}, a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al., 1990). Esse cálculo também foi efetuado, segundo equação de Orellana Boero et al. (2001), que estimaram recuperação das purinas na urina de 0,84 e excreção endógena de 0,235 PV^{0,75}.

O fluxo intestinal de compostos nitrogenados (N) microbianos (\hat{Y} , g N/dia) foi calculado em função das purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação $\hat{Y} = (70X) / (0,83 \times \text{relação N-purina:N-total nas bactérias} \times 1000)$, em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol) e 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas (Chen & Gomes, 1992). Foi utilizada para esse cálculo, a relação N-purina:N-total média para cada nível de proteína, em % da matéria orgânica, obtida das bactérias ruminais.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As comparações entre a produção microbiana utilizando as bases purinas no abomaso com os derivados de purinas na urina, e também entre as determinações da produção microbiana entre a equação de Orellana Boero et al. (2001) com a de Verbic et al. (1990) ou com as bases purinas no abomaso, foram realizadas pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 podem ser visualizadas as médias e seus respectivos coeficientes de variação para os compostos nitrogenados (N) ingeridos, presentes no abomaso, excretados nas fezes e urina e balanço de N, para os animais Holandeses, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebus, em função dos níveis de PB da ração (12 e 15%). Não houve interação de grupos genéticos e níveis de proteína, para nenhuma das variáveis estudadas ($P > 0,05$). A ingestão de compostos nitrogenados foi superior para os animais Holandeses e ½ Holandês-Guzerá, que não diferiram entre si, intermediária para os ½ Holandês-Gir, e inferior para os zebuínos ($P < 0,05$). Alves (2001), com animais de mesma procedência genética, e com rações similares, relatou que o consumo de compostos nitrogenados não foi diferente entre os grupos genéticos, apesar do maior valor numérico ter sido encontrado para os animais ½ Holandês-Guzerá, em relação aos ½ Holandês-Gir e Indubrasil.

Os compostos nitrogenados totais presentes no abomaso diferiram entre os animais ($P < 0,05$), e foram superiores para os Holandeses e ½ Holandês-Guzerá, que não foram diferentes entre si. No entanto, este último não diferiu dos ½ Holandês-Gir e Zebu ($P > 0,05$). Já os compostos nitrogenados amoniacais não foram diferentes entre os grupos genéticos ($P > 0,05$), e os não amoniacais apresentaram o mesmo comportamento para os compostos nitrogenados totais, já que representam a maioria desses compostos no abomaso.

Os compostos nitrogenados microbianos apresentaram a maior média para os animais Holandeses, e a menor para os zebuínos, que diferiram entre si ($P < 0,05$). Os dois grupos de mestiços situaram-se em condição intermediária, porém não diferiram nem do grupo Holandês nem do Zebu. Esse resultado pode ser explicado, em virtude do comportamento observado para o consumo dos compostos nitrogenados pelos grupos genéticos. De acordo com Van Soest (1994), aumentos na ingestão proporcionam maior escape de compostos nitrogenados microbianos e dietéticos para o duodeno, possivelmente em virtude do aumento na taxa de passagem. Segundo Sniffen et al. (1993), a produção de proteína microbiana aumenta com o aumento da taxa de passagem, devido à menor reciclagem de células e redução nos gastos de manutenção para os microrganismos. Conforme relatado em capítulos anteriores onde foi estudado o fluxo de compostos nitrogenados microbianos, com os mesmos animais dos referidos grupos genéticos, com rações contendo níveis crescentes de uréia, os animais Holandeses foram superiores aos mestiços e zebuínos, e os fluxos dos mestiços não diferiram entre si, mas foram superiores ao dos zebuínos.

Tabela 1 - Médias e coeficientes de variação (CV%) para os compostos nitrogenados (N) ingeridos, presentes no abomaso (ab), excretados nas fezes e urina e balanço de compostos nitrogenados (BN) em função dos grupos genéticos e níveis de proteína bruta (%MS) da ração, expressos em g/dia.

Variáveis	Grupos genéticos				Níveis de PB		CV%
	Holandês	½ Hol-Guz	½ Hol-Gir	Zebu	12	15	
N ingerido	208,47a	178,13a	136,93b	87,60c	136,79b	168,78a	22,43
Nab (N total)	152,53a	112,70ab	80,36b	63,78b	94,45a	110,23a	33,24
Nab (N-NH ₃)	4,42a	4,07a	2,90a	2,51a	2,87b	4,08a	35,25
Nab (NNA) ¹	148,11a	108,62ab	77,45b	61,27b	91,58a	106,15a	33,35
Nab (Nmic) ²	83,96a	70,42ab	49,82ab	35,18b	55,80a	63,89a	28,11
N fezes	56,62a	48,93a	33,84b	24,51b	38,79a	43,17a	29,77
N urina	75,97a	73,27a	53,39a	40,86a	46,88b	74,87a	27,95
BN	75,88a	55,94a	49,70ab	22,22b	51,12a	50,74a	35,51
BN (% ingerido)	36,68a	31,90a	36,32a	25,73a	35,91a	29,41b	24,19

Médias seguidas de mesma letra, na linha, para grupos genéticos e níveis de PB, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e F, respectivamente.

¹ Compostos nitrogenados não amoniacais.

² Compostos nitrogenados microbianos.

A excreção fecal de N não diferiu entre os animais Holandeses e os Holandês-Guzerá ($P>0,05$), mas foi superior ($P<0,05$) aos animais Holandês-Gir e Zebu, que não diferiram entre si ($P>0,05$). Essas diferenças podem ser atribuídas às ingestões de N, já que a digestão total de N foi similar entre os grupos genéticos, conforme relatado no capítulo anterior. Quanto às excreções de N na urina, os grupos genéticos não diferiram entre si ($P>0,05$), apesar da tendência de redução dessa excreção mostrada para os animais que apresentaram as menores ingestões de compostos nitrogenados. O balanço dos compostos nitrogenados, em g/dia, não diferiu entre os Holandeses e os dois grupos de mestiços ($P>0,05$), entretanto, os animais Holandês-Gir não diferiram dos zebuínos. Quando o balanço dos compostos nitrogenados foi expresso em % do ingerido, os grupos genéticos não diferiram entre si ($P>0,05$).

Quando o consumo foi avaliado em relação às duas rações, a ingestão de compostos nitrogenados foi superior para a ração com 15% de PB. Esse resultado já era esperado, devido ao fato do conteúdo desse nutriente ser superior para a dieta com 15% de PB, em relação à com 12% de PB. Ítavo (2001) em avaliação do consumo em animais zebuínos na fase de recria, submetidos a dois níveis de PB na ração, 15 e 18%, relatou que o consumo de PB foi superior para a dieta com 18% de PB.

Com relação aos compostos nitrogenados presentes no abomaso, o fluxo total destes não diferiu entre os teores de PB ($P>0,05$), contudo, apresentou maior valor para a ração com 15% de PB. Já os compostos nitrogenados amoniacais foram diferentes entre os níveis de proteína, sendo superiores quando a ração continha 15% de PB ($P<0,05$), e os não amoniacais apresentaram o mesmo comportamento para os compostos nitrogenados totais, em virtude de representarem a maioria desses compostos no abomaso. Valadares et al. (1997a) relataram resultados similares à presente pesquisa para a concentração de N amoniacal no abomaso, que aumentou linearmente em função dos níveis de PB da dieta, e para os N não amoniacais, que não diferiram entre os níveis de 9,5; 12,0 e 14,5 % de PB da dieta.

A produção de compostos nitrogenados microbianos não diferiu entre os teores de PB da dieta ($P>0,05$). Apesar de não ter havido diferença estatística, numericamente, a produção de compostos nitrogenados microbianos foi maior,

para o teor de 15% de PB, 63,89 g Nmic/dia, em relação ao nível de 12 % de PB, que apresentou média de 55,80 g Nmic/dia. Segundo Firkins et al. (1998), o fluxo de proteína microbiana pode ser influenciado pelo suprimento de proteína degradável no rúmen. Valadares et al. (1997b) relataram que a produção de compostos nitrogenados microbianos foi menor para a ração com 7,0% de PB, que para as dietas com 9,5; 12,0 e 14,5% de PB, que não diferiram entre si.

A excreção fecal de N não diferiu entre os teores de PB dietéticos ($P>0,05$), e a excreção urinária foi superior para o maior nível de proteína da dieta ($P<0,05$). O balanço de compostos nitrogenados, em g/dia, não diferiu entre os teores de PB ($P>0,05$), e o expresso em % do ingerido, foi superior para o nível de 12% de PB na ração. Devant et al. (2000) e Castillo et al. (2001) encontraram, para dois níveis de PB na dieta de novilhas e vacas lactantes, respectivamente, resultados semelhantes a desta pesquisa para as excreções de N nas fezes e na urina. Valadares et al. (1997a) relataram que a excreção fecal de N foi inferior para o teor de 7,0 % de PB, em relação aos níveis de 9,5; 12,0 e 14,5%, e que as excreções de N urinário aumentaram em função dos teores de PB. Para o balanço de compostos nitrogenados, estes autores encontraram, assim como para o presente trabalho, que os níveis de proteína da dieta, 9,5; 12,0 e 14,5% não diferiram entre si, e foram superiores em relação ao teor de 7,0% de PB.

São apresentadas na Tabela 2, as médias e seus respectivos coeficientes de variação para os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHO), extrato etéreo (EE), nitrogênio total (NT), N do ácido ribonucléico (N-RNA) e relação N-RNA:NT das bactérias isoladas do rúmen, dos animais dos grupos genéticos; Holandês, ½ Holandês-Guzerá, ½ Holandês-Gir e Zebu e em função dos níveis de PB da ração. Não houve interação de grupos genéticos e níveis de proteína, para nenhuma das variáveis avaliadas ($P>0,05$). Pode ser observado, que a composição das bactérias ruminais não foi afetada pelos grupos genéticos, nem pelos teores de PB da dieta ($P>0,05$).

O teores médios de MS e MO das bactérias ruminais de 65,75 e 67,63%, respectivamente, foram valores inferiores aos encontrados com os mesmos grupos genéticos, conforme descrição em capítulo anterior, de 80,74

e 74,61%, respectivamente. Valadares Filho et al. (1990b), em estudo com animais Holandeses, Nelores, Búfalos e 7/8 Holandês-Zebu, encontraram valores de 82,35 e 71,43% para os teores de MS e MO das bactérias ruminais, respectivamente. Esse relato do conteúdo de MO das bactérias ruminais mais baixo, assim como ocorreu em capítulo anterior onde se avaliou a composição das bactérias ruminais, foi possivelmente, devido ao alto teor de cinzas nas bactérias, em decorrência da contaminação com solução salina durante o seu processo de isolamento. Tal fato foi relatado por Leão (2002) e Cabral (2002), que utilizaram a mesma metodologia descrita nesse estudo, onde encontraram porcentagem de MO nas bactérias de 71,5 e 72,90%, respectivamente.

Tabela 2 - Médias e coeficientes de variação (CV%) para a matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHO), extrato etéreo (EE), nitrogênio total (NT), N do ácido ribonucléico (N-RNA) e relação N-RNA:NT das bactérias isoladas do rúmen, em função dos grupos genéticos e níveis de proteína bruta (%MS) da ração.

Variáveis	Grupos genéticos				Níveis de PB		CV%
	Holandês	½ Hol-Guz	½ Hol-Gir	Zebu	12	15	
MS (%)	66,72a	66,80a	64,29a	65,18a	66,09a	65,40a	3,66
MO ¹	67,97a	67,93a	66,90a	67,72a	69,15a	66,10a	5,42
CHO ¹	10,78a	11,67a	10,11a	6,59a	11,57a	8,01a	25,31
EE ¹	10,59a	9,69a	10,51a	11,67a	10,74a	10,49a	10,51
NT ¹	7,45a	7,45a	7,41a	7,91a	7,49a	7,62a	4,12
N-RNA ¹	1,75a	1,63a	1,90a	2,00a	1,75a	1,89a	19,54
N-RNA: NT ¹	23,51a	21,81a	25,42a	25,24a	23,15a	24,84a	17,31
N-RNA: NT ²	15,96a	14,82a	17,11a	17,11a	16,11a	16,40a	20,03

Médias seguidas de mesma letra, na linha, para grupos genéticos e níveis de PB, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e F, respectivamente.

¹ Expresso em % da MS.

² Expresso em % da MO.

Os teores médios de CHO, EE, NT e N-RNA das bactérias ruminais foram de 9,79; 10,62; 7,56 e 1,82%, respectivamente. O capítulo anterior onde se avaliou a composição das bactérias ruminais, também foi encontrado que os grupos genéticos e as dietas não afetaram essas variáveis, obtendo-se médias de 21,12; 10,50; 6,88 e 1,34%, respectivamente.

A relação N-RNA: NT média das bactérias ruminais, expressa na base da MS, foi de 24,00%, valor médio também encontrado por Leão (2002). No capítulo que foi abordada a composição das bactérias, foi descrita média de 19,50%. Clark et al. (1992) e Valadares Filho (1995), em revisão de literatura, citaram valores médios de 13,7 e 17,6%, respectivamente, para esta relação. Chen & Gomes (1992), sugeriram com base em revisão de literatura, uma relação média de 11,6%, que é utilizada para a estimativa da produção microbiana a partir da excreção urinária dos derivados de purinas. Pode ser observado, que o valor encontrado neste estudo, foi superior às médias descritas nas revisões de literatura. Quando essa relação foi expressa em % da MO, apresentou média de 16,26%, valor intermediário aos descritos por Cabral (2002) de 18,40% e Ítavo et al. (2002) de 14,78%. Ressalta-se que a quantificação da produção microbiana no abomaso por meio das bases purinas, é determinada a partir dessa relação nas bactérias ruminais isoladas.

Na Tabela 3 podem ser visualizadas as médias e os coeficientes de variação para matéria orgânica degradada no rúmen (MODR), carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), matéria seca microbiana (MSmic) presente no abomaso e eficiência microbiana, expressa em g Nmic/Kg MODR (1), g Nmic/Kg CHODR (2), g MSmic/Kg CHODR (3) e g PBmic/100 g NDT (4), em função dos grupos genéticos e níveis de PB da ração. Para essas variáveis, não houve interação de grupos genéticos e níveis de proteína ($P > 0,05$).

A MODR e os CHODR foram superiores para os animais Holandeses e ½ Holandês-Guzerá, que não foram diferentes entre si. No entanto, este último não diferiu dos ½ Holandês-Gir ($P > 0,05$), e os animais Zebu apresentaram as menores degradações ruminais da MO e CHO ($P < 0,05$). Esses resultados podem ser justificados pelos maiores valores observados para o consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e carboidratos totais (CHO) apresentado pelos Holandeses, intermediários para os mestiços e menores para os zebuínos. Maiores consumos de MS foram observados por Leão (2002) com o incremento de oferta de alimentos, possibilitando assim, quantidades crescentes de MODR e CHODR. A MSmic não diferiu entre os animais Holandeses e mestiços ($P > 0,05$), por outro lado, os ½ Holandês-Gir não foram diferentes dos zebuínos ($P > 0,05$).

Tabela 3 - Médias e coeficientes de variação (CV%) para matéria orgânica degradada no rúmen (MODR), carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), matéria seca microbiana (MSmic) presente no abomaso e eficiência microbiana, expressa em g Nmic/Kg MODR (1), g Nmic/Kg CHODR (2), g Msmic/Kg CHODR (3) e g PBmic/100 g NDT (4), em função dos grupos genéticos e níveis de proteína bruta (%MS) da ração.

Variáveis	Grupos genéticos				Níveis de PB		CV%
	Holandês	½ Hol-Guz	½ Hol-Gir	Zebu	12	15	
MODR ⁵	5,01a	4,27ab	3,61b	2,09c	3,84a	3,65a	20,54
CHODR ⁵	4,68a	3,85ab	3,24b	1,95c	3,57a	3,29a	21,90
MSmic ⁶	1124,75a	945,27a	677,05ab	444,13b	756,53a	839,07a	28,83
1	16,95a	16,45a	13,96a	16,79a	14,96a	17,12a	16,33
2	18,20a	18,28a	15,53a	18,00a	16,04a	18,97a	15,28
3	243,23a	245,24a	211,29a	227,59a	214,84a	248,84a	16,52
4	7,91a	7,87a	6,97a	7,84a	7,17a	8,13a	14,48

Médias seguidas de mesma letra, na linha, para grupos genéticos e níveis de PB, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e F, respectivamente.

⁵ Kg/dia.

⁶ g/dia.

As eficiências microbianas, independente do modo como foram expressas, não diferiram entre os grupos genéticos ($P > 0,05$). Quando expressa em função da MODR, apresentou média de 16,04 g Nmic/Kg MODR. Valadares Filho et al. (1990a) relataram não haver diferença na eficiência microbiana entre novilhos Holandeses e Nelores, e relataram média de 26,15 g Nmic/Kg MODR. O Agricultural Research Council - ARC (1980) relatou valor médio para bovinos de 32 g Nmic/Kg MODR. Ao se comparar esses valores supracitados com os encontrados no presente trabalho, pode-se observar que estes estão supostamente baixos, possivelmente em virtude da baixa produção de N microbiano, em decorrência da alta relação N-RNA:NT das bactérias ruminais.

Quando expressa em g Nmic/Kg CHODR, g Msmic/Kg CHODR e g PBmic/100 g NDT, a eficiência de síntese microbiana apresentou médias de 17,51 g Nmic/Kg CHODR; 231,84 g Msmic/Kg CHODR e 7,65 g PBmic/100 g NDT, respectivamente. Valadares Filho (1995) encontrou a partir de nove trabalhos conduzidos no país, valor médio de 33,40 g Nmic/Kg CHODR e 483,90 g Msmic/Kg CHODR. Leão (2002), em estudo com novilhos mestiços Holandês-Zebu, relatou médias de 21,30 g Nmic/Kg CHODR ; 310,60 g Msmic/Kg CHODR e 11,1 g PBmic/100 g NDT. O CNCPS, descrito por Russell et al. (1992), considera média de 400 g Msmic/Kg CHODR, e o NRC (1996,

2001), admitiu o valor médio de 13 g PBmic/100 g NDT. Assim como o verificado para a eficiência microbiana expressa em função da MODR, as demais eficiências também mostraram valores inferiores em relação aos dados da literatura, provavelmente em função da baixa produção de N microbiano, em virtude da alta relação N-RNA:NT das bactérias ruminais.

Apesar do consumo de MS e de NDT e as degradações da MO e dos CHO terem apresentado diferença estatística entre os grupos genéticos, isto é, valores superiores para os Holandeses, intermediários para os mestiços, e inferiores para os zebuínos, e como a produção de N microbiano seguiu a mesma tendência, esse fato pode ter mascarado possíveis diferenças entre os animais nas eficiências microbianas.

Com relação aos níveis de proteína da dieta, as quantidades de MODR e CHODR, e a MSmic, não diferiram entre os teores de PB. Esse fato pode ser justificado pela ausência de diferença entre os consumos de MS, MO e CHO.

As eficiências microbianas, sob todas as formas de expressão, não foram diferentes para os teores de PB da ração ($P > 0,05$). Apesar de não ter havido diferença estatística, numericamente, as eficiências microbianas foram superiores para o teor de 15% de PB dietética, assim como o observado para a produção de compostos nitrogenados microbianos (Tabela 1). Klusmeyer et al. (1990) encontraram que a eficiência microbiana expressa em g Nmic/Kg MODR, não diferiu entre os teores de proteína da dieta (11,0 e 14,5%). Valadares et al. (1997b) relataram que a eficiência microbiana expressa em g Nmic/Kg MODR ou g MSmic/Kg CHODR, não diferiram entre os níveis de proteína da dieta, enquanto para a eficiência expressa em g Nmic/Kg CHODR algumas diferenças foram obtidas. Estes autores, trabalhando com dietas com 55% de feno de capim-elefante, com teores de 7,0; 9,5; 12,0 e 14,5% de PB na ração, descreveram médias para a eficiência microbiana de 36,90 g Nmic/Kg MODR, 35,40 g Nmic/Kg CHODR e 439,40 g MSmic/Kg CHODR.

São apresentadas na Tabela 4, as médias para a produção de compostos nitrogenados microbianos, determinada utilizando as bases purinas no abomaso e os derivados de purinas na urina, a partir das equações de Verbic et al. (1990) e Orellana Boero et al. (2001); para cada nível de proteína na ração e para ambos. Pode ser observado que, para todas as comparações, a produção dos

compostos nitrogenados microbianos não diferiu entre as metodologias e equações utilizadas ($P > 0,05$).

Puchala & Kulasek (1992) e Perez et al. (1996), observaram correlação positiva entre o fluxo de compostos nitrogenados microbianos e a excreção urinária de derivados de purinas em ovinos e, ainda, comparando os métodos das bases purinas no abomaso e da excreção de derivados de purinas na urina, obtiveram alta correlação. Martín-Orúe et al. (2000), em trabalho com novilhas, relataram que o fluxo de compostos nitrogenados microbianos determinado a partir das bases purinas no duodeno e da excreção dos derivados de purinas na urina, não diferiu. Rennó et al. (2000), em estudo com novilhos mestiços e zebuínos, comparando o método das bases purinas no abomaso com o dos derivados de purinas na urina, verificaram que, em ambos os grupos genéticos, a produção microbiana pode ser mensurada pela excreção dos derivados de purinas na urina. Vagnoni et al. (1997), Johnson et al. (1998) e Valadares et al. (1999) trabalhando com vacas lactantes, concluíram que a excreção urinária de derivados de purinas estimou satisfatoriamente o fluxo de compostos nitrogenados microbianos no duodeno.

Tabela 4 – Médias para a produção de compostos nitrogenados microbianos (Nmic, g/dia), determinadas utilizando as bases purinas no abomaso e os derivados de purinas na urina, utilizando as equações de Verbic et al. (1990) e Orellana Boero et al. (2001), para cada nível de proteína da ração e os dois níveis agrupados.

Tratamentos	n	Métodos		Bases purinas no abomaso x Verbic	Bases purinas no abomaso x Orellana Boero	Verbic x Orellana Boero
		Bases purinas no abomaso	Derivados de purinas na urina			
			Verbic	Orellana Boero		
12% de PB	12	55,80	54,42	61,39	ns	ns
15% de PB	12	63,89	65,01	71,76	ns	ns
todos	24	59,84	59,72	66,58	ns	ns

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.
n = número de observações.

Orellana Boero et al. (2001) estimaram que a excreção endógena de purinas foi de $0,235PV^{0,75}$ e que a recuperação das purinas na urina, foi de 0,84; valores

inferiores aos descritos por Verbic et al. (1990), de $0,385PV^{0,75}$ para a excreção endógena e 0,85 para a recuperação urinária das purinas. A última equação supracitada, por ter sido feita anteriormente, está sendo amplamente usada na literatura (De Boever et al., 1998; Devant et al. 2000; Rennó et al., 2000; Yu et al., 2002; Leão, 2002), contudo, deve ser considerada a outra equação, que necessita de validação. A equação de Orellana Boero et al. (2001) apresenta-se relevante, pois os demais trabalhos da literatura relataram valores superiores aos de Verbic et al. (1990) para a excreção endógena das purinas, podendo, muitas vezes subestimar a produção microbiana.

Martín-Orúe et al. (2000), em estudo com novilhas submetidas a quatro níveis de proteína degradável no rúmen, relataram que a produção microbiana estimada a partir da excreção urinária dos derivados de purinas usando a equação de Verbic et al. (1990), foi 12% inferior à determinada pela equação de Orellana Boero et al. (2001), contudo, não apresentou diferença estatística.

As médias obtidas a partir da coleta de urina em 24 horas e os respectivos coeficientes de variação para volume urinário; excreções urinárias de alantoína, ácido úrico e purinas totais em mmol/dia; alantoína em %; purinas microbianas absorvidas, em mmol/dia e compostos nitrogenados microbianos presentes no intestino delgado (Nmic), em g/dia, em função dos grupos genéticos e níveis de PB da ração podem ser vistos na Tabela 5. Para essas variáveis, não houve interação de grupos genéticos e níveis de proteína avaliados ($P>0,05$). Pode ser observado que todos os itens não foram afetados pelos grupos genéticos ($P>0,05$).

O volume urinário mostrou média de 5,95 l/dia. Já no capítulo anterior onde foram utilizados os mesmos grupos genéticos aqui descritos, e mensurou o volume urinário, encontrou que este diferiu entre os animais, e foi superior nos grupos $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá e Zebu, mas não diferiu dos animais Holandeses, contudo, este último, não foi diferente dos animais $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir.

Com relação à excreção dos derivados de purinas na urina, alantoína, ácido úrico e purinas totais, que representa a somatória dos derivados na urina, mostraram médias de 115,41; 8,05 e 123,45 mmol/dia, respectivamente. No capítulo anterior onde se estudou a excreção das purinas totais, estas, ao

contrário deste estudo, diferiram entre os grupos genéticos, e foram superiores para os animais Holandeses, intermediárias para os mestiços, e inferiores para os zebuínos. A proporção no total dos derivados de purinas, que compreende à excreção de alantoína, também não diferiu entre os grupos genéticos, e apresentou média de 93,36%. Esse valor está próximo dos obtidos por De Boever et al. (1998) de 93,53%; Devant et al. (2000) de 92,57%, e da relatada em capítulo anterior, de 91,70%. A presente pesquisa encontrou valores superiores aos de Leão (2002), que relatou média de 87,90%, Rennó et al. (2000) de 87,17% e Verbic et al. (1990), que descreveram que 85% dos derivados de purinas urinários, é representado pela excreção de alantoína.

As purinas microbianas absorvidas, calculadas por meio da excreção urinária dos derivados de purinas, apresentaram valor médio de 115,19 mmol/dia. A produção de compostos nitrogenados microbianos, obtidos a partir das purinas microbianas absorvidas, mostrou média de 59,72 g Nmic/dia.

Tabela 5 - Médias e coeficientes de variação (CV%) para volume urinário (VUR) em l/dia; excreções urinárias de alantoína (ALA), ácido úrico (AcU) e purinas totais (PUR) em mmol/dia; alantoína (ALA%) em %; purinas microbianas absorvidas (PUab), em mmol/dia e compostos nitrogenados microbianos presentes no intestino delgado (Nmic), em g/dia, em função dos grupos genéticos e níveis de proteína bruta (%MS) da ração.

Variáveis	Grupos genéticos				Níveis de PB		CV%
	Holandês	½ Hol-Guz	½ Hol-Gir	Zebu	12	15	
	Volume urinário						
VUR	7,02a	7,40a	4,33a	5,05a	5,28a	6,62a	28,95
	Derivados de purinas na urina						
ALA	146,14a	132,09a	107,39a	75,99a	107,47a	123,34a	28,92
Açu	9,23a	8,80a	8,99a	5,16a	6,94a	9,15a	37,52
PUR	155,37a	140,90a	116,38a	81,15a	114,41a	132,49a	28,57
ALA%	94,11a	93,31a	92,40a	93,60a	93,98a	92,73a	2,10
	Purinas microbianas absorvidas						
Puab	145,82a	135,04a	109,70a	70,19a	103,95a	126,42a	35,26
	Compostos nitrogenados microbianos						
Nmic ¹	75,49a	70,05a	56,92a	36,39a	54,42a	65,01a	35,07

Médias seguidas de mesma letra, na linha, para grupos genéticos e níveis de PB, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e F, respectivamente.

¹ Usando relação N RNA: N Total para cada tratamento em % da MO e equação de Verbic et al. (1990).

Quando se avaliou o efeito dos teores de proteína da dieta, verificou-se que o volume urinário, a excreção dos derivados de purinas na urina, as purinas microbianas absorvidas e os compostos nitrogenados microbianos não diferiram entre os teores de PB da ração ($P > 0,05$). Apesar de não ter havido diferença estatística, numericamente, a produção de compostos nitrogenados microbianos foi maior quando os animais receberam ração com 15% de PB, 65,01 g Nmic/dia, em relação ao nível de 12 % de PB, que apresentou média de 54,42 g Nmic/dia. Quando a produção microbiana foi determinada pela bases purinas no abomaso, verificou-se tendência semelhante (Tabela 1). Devant et al. (2000) relataram que a excreção de alantoína e de ácido úrico, em novilhas alimentadas com rações contendo 14 e 17% de PB, não diferiu entre os teores protéicos, e apresentou médias de 63,15 e 5,05 mmol/dia, respectivamente. A produção dos compostos nitrogenados microbianos também não foi diferente para o conteúdo de proteína da dieta.

Conclusões

O balanço de compostos nitrogenados não foi alterado pelos teores de proteína bruta da dieta.

As eficiências microbianas não foram influenciadas nem pelo grupo genético dos animais nem pelo conteúdo protéico da ração.

A estimativa da produção de compostos nitrogenados microbianos pode ser feita a partir da excreção dos derivados de purinas na urina.

Sugere-se que a excreção urinária dos derivados de purinas seja determinada utilizando a equação de Orellana Boero et al. (2001).

Literatura Citada

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1984. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. nº 1. Published by the Agricultural Research Council. England. 45p.

- ALVES, D.D. **Desempenho produtivo e características de carcaças de bovinos Zebu e cruzados Holandês-Zebu (F₁), nas fases de recria e terminação.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- BLUMMEL, M.; LEBZIEN, P. Predicting ruminal microbial efficiencies of dairy rations by in vitro techniques. **Livestock Production Science**, v.68, p.107-117, 2001.
- BRODERICK, G.A; MERCHEN, N.R. Markers for quantifying microbial protein synthesis in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2618-2632, 1992.
- CABRAL, L.S. **Avaliação de alimentos para ruminantes por intermédio de métodos *in vivo* e *in vitro*.** Viçosa, MG:UFV, 2002. 133p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CASTILLO, A.R.; KEBREAB, E.; BEEVER, D.E. et al. The effect of protein supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. **Journal of Animal Science**, v.79, p.247-253, 2001.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes.** Piracicaba: Livrocercos, 1979. 380 p.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C. et al. Composition of ruminal bacteria harvest from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.2480-2488, 1990.
- 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. (Occasional publication) INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Bucksburnd, Aberdeen:Rowett Research Institute. 21p. 1992.
- 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, p.2304-2323, 1992.
- De BOEVER, J.L.; IANTCHEVA, N.; COTTYN, B.G. et al. Microbial protein synthesis in growing-finishing bulls estimated from the urinary excretion of purine derivatives. **Animal Feed Science Technology**, v.75, p.93-109, 1998.
- DEVANT, M.; FERRET, A.; GASA, J. et al. 2000. 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**, 78:1667-1676.
- FIRKINS, J.L.; ALLEN, M.S.; OLDICK, B.S. et al. Modeling ruminal digestibility of carbohydrates and microbial protein flow to the duodenum. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3350-3369, 1998.

- FUJIHARA, T.; ØRSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, v.109, p.7-12, 1987.
- ÍTAVO, L.C.V. **Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana de novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado, utilizando diferentes indicadores e períodos de coleta.** Viçosa, MG: UFV, 2001.100p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Produção microbiana e parâmetros ruminiais em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p. 1553-1561, 2002.
- JOHNSON, L.M; HARRISON, J.H.; RILEY, R.E. Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using urinary uric acid or allantoin. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2408-2420, 1998.
- KLUSMEYER, T.H.; MCCARTHY JR., R.D.; CLARK, J.H. Effects of source and amount of protein on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.73, p. 3526-3537, 1990.
- LEÃO, M.I. **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo, digestibilidade e produção microbiana.** Belo Horizonte, MG:UFMG, 2002. 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.
- MARTÍN-ORÚE, S.S.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. et al. Microbial nitrogen production in growing heifers: direct measurement of duodenal flow of purine bases versus urinary excretion of purine derivatives as estimation procedures. **Animal Feed Science Technology**, v.88, p.171-188, 2000.
- MOSCARDINI, S.; WRIGHT, T.C.; LUIMES, P.H. et al. Effects of rumen-undegradable protein and feed intake on purine derivate and urea nitrogen:comparison with predictions from the Cornell Net Carbohydrate and protein system. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2421-2329, 1998.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7 ed. Washington, DC: National Academy, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7 ed. National Academic Press. Washinton, D.C. 381p. 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Ruminant nitrogen usage.** Washington D.C. 138p. 1985.
- ORELLANA BOERO, P.; BALCELLS, J.; MARTÍN-ORÚE, S.M. et al. Excretion of derivatives in cows: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. **Livestock Production Science**, v.68, p.243-250, 2001.

- PEREZ, J.F.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ¹⁵N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenum. **British Journal of Nutrition**, v.75, p.699-709, 1996.
- PIMPA, O.; LIANG, J.B.; JELAN, Z.A. et al. Urinary excretion of duodenal purine derivatives in Kedah-Kelantan cattle. **Animal Feed Science Technology**, v.92, p.203-214, 2001.
- PUCHALA, R.; KULASEK, G.W. Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using microbial nucleic acid and excretion of purine derivatives. **Canadian Journal of Animal Science**, v.72, p.821-830, 1992.
- RENNÓ, L. N.; VALADARES, R. F. D.; LEÃO, M.I. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1223-1234, 2000.
- 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, p.3551-3561, 1992.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S. et al. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3160-3178, 1993.
- STANGASSINGER, M.; CHEN, X.B.; LINDBERG, J. E. et al. 1995. Metabolism of purines in relation to microbial production. In: RUMINANT PHYSIOLOGY DIGESTION, METABOLISM, GROWTH AND REPRODUCTION. Proceedings of the eighth international symposium on ruminant physiology. W. V. Engelhardt, S. Leonhard-Marek, G. Breves, D.Giesecke (Ed.). Stuttgart:Ferdinand Enke Verlag. p.387-406.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – SAEG. **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG, 1995. (Apostila).
- USHIDA, K.; LASSALAS, B.; JOUANY, J.P. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. **Reproduction and Nutrition Development**, v.25, p.1037- 1046, 1985.
- VAGNONI, D.B.; BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. et al. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1695-1702, 1997.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa:UFV/DZO, 1995. p.355-388.
- VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. et al. Eficiência

- de síntese microbiana em novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços, obtida por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, p. 424-430, 1990a.
- VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; SANT'ANNA, R. et al. Composição de bactérias ruminais e absorção de aminoácidos microbianos no intestino delgado de novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, p. 431-440, 1990b.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivates. **Journal of Dairy Science**, v.82,p.2686-2696, 1999.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanços de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.26, p.1259-1263, 1997a.
- VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; GONÇALVES, L.C. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1270-1278, 1997b.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock Publ. Assoc. Ithaca, 1994. 476p.
- VERBIC, J., CHEN, X.B., MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, p.243-248, 1990.
- VIEIRA, P. F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa, MG: UFV, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- YU, P.; EGAN, A.R.; BOON-EK, L. et al. Purine derivatives excretion and ruminal microbial yield in growing lambs fed raw and dry roasted legume seeds as protein supplements. **Animal Feed Science and Technology**, v.95, p.33-48, 2002.

Níveis de Proteína na Ração de Novilhos de Quatro Grupos Genéticos: Parâmetros Ruminais, Uréia Plasmática e Excreções de Uréia e Creatinina

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito de dois níveis de proteína bruta (PB) na ração: 12 e 15%, sobre o pH e amônia ruminais, concentração plasmática de uréia, excreção fracional de uréia e excreções de uréia e creatinina; e avaliar as perdas urinárias endógenas, por meio da excreção de creatinina, em novilhos de quatro grupos genéticos: Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu. Os animais foram distribuídos em um esquema fatorial 2x4, sendo dois níveis de PB, e quatro grupos genéticos, num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. As coletas de líquido ruminal, para determinação do pH e das concentrações de N-NH₃, foram realizadas antes do fornecimento da dieta e 2, 4, 6 e 8 horas após. Durante a coleta de urina em 24 horas, cerca de 4 horas após a alimentação, foi coletado o sangue, e após centrifugação, obtido o plasma. Nas amostras de urina e plasma, foram determinadas as concentrações de uréia e creatinina. O pH ruminal apresentou comportamento linear decrescente em função dos tempos de coleta para ambos os níveis de proteína bruta. As concentrações de amônia ruminal mostraram comportamento quadrático em função dos tempos de coleta, com valores máximos de 13,67 e 20,87 mg N-NH₃/dL, para os níveis de 12 e 15% de PB da ração, respectivamente. A excreção fracional de uréia não diferiu entre os animais e conteúdo de proteína da dieta. A concentração plasmática e a excreção urinária de uréia não diferiram entre os grupos genéticos e foi superior para o teor de 15% de PB da dieta. A excreção de creatinina não foi influenciada pelos grupos genéticos nem pelos níveis de proteína bruta da dieta, e apresentou valor médio de 27,78 mg/Kg PV. Sugere-se que as perdas urinárias endógenas de compostos nitrogenados podem ser estimadas a partir da excreção de creatinina.

Palavras-chave: amônia ruminal, creatinina, novilhos, pH ruminal, proteína bruta, uréia plasmática

Crude Protein Levels in Diet for Steers of Four Genetic Groups: Ruminal Parameters, Plasma Urea and Urea and Creatinine Excretions

ABSTRACT - This research was carried out to evaluate the effect of two dietary crude protein (CP) levels: 12 and 15%, on the ruminal pH and ammonia, urea plasma concentration, urea fractional excretion and urea and creatinine and urea excretions, and to evaluate endogenous urinary losses, by the creatinine excretion, in steers of four genetic groups: Holstein, ½ Holstein-Guzera, ½ Holstein-Gir and Zebu. The animals were assigned to a 2x4 factorial scheme, being two CP levels and four genetic groups, in a completely randomized design, with three replicates. The ruminal liquid collections, to determine pH and N-NH₃ concentrations, were performed before feeding and 2, 4, 6 and 8 hours post feeding. During the 24-h urine collection, 4 hours after feeding, blood was collected and, after centrifugation, plasma was obtained. In the urine and plasma samples, the urea and creatinine concentrations were determined. Ruminal pH showed decreasing linear behavior, according to the collection times for both crude protein levels. The ruminal ammonia concentration showed quadratic answer, according to the collection times, with maximum values of 13.67 and 20.87 mg N-NH₃/dL, for the levels of 12 and 15% CP in the diet, respectively. Urea fractional excretion did not differ among animals and dietary protein content. Plasma concentration and urinary urea excretion did not differ among the genetic groups and showed higher values for the diet with 15% CP. Creatinine excretion was affected nor by the genetic groups, neither by the increasing dietary crude protein levels and showed average value of 27.78 mg/kg LW. It is recommended that endogenous urinary losses of nitrogen compounds can be estimated from the creatinine excretion.

Key Words: ruminal ammonia, creatinine, steers, ruminal pH, crude protein, plasma urea

Introdução

A atividade microbiana e suas funções no processo digestivo podem ser modificadas pelo pH ruminal. Variações no pH de 6,8 para 6,0 provocam moderada redução na digestibilidade da fibra, ao passo que pH menor que 6,0 resulta em severa redução da síntese de proteína microbiana e na digestibilidade da fibra (Hoover, 1986). O pH é influenciado pela dieta, sendo que suas variações são dependentes do tipo e freqüência de alimentação (Church, 1988). O pH ruminal, para Van Soest (1994), é mantido constante, principalmente através do tamponamento pela saliva e da remoção dos ácidos graxos voláteis por absorção, entretanto variações diurnas são relatadas (Rihani et al., 1993; Devant et al., 2000). Valadares et al. (1997b) encontraram os menores valores para o pH ruminal obtido 9,59 horas após a alimentação, em novilhos zebuínos submetidos a dietas com níveis crescentes de proteína bruta (PB).

A amônia é o principal componente do metabolismo dos compostos nitrogenados em ruminantes (Huntington & Archibeque, 1999). A presença dos compostos nitrogenados amoniacais ($N-NH_3$) no líquido ruminal é fator fundamental para os microrganismos do rúmen, especialmente os celulolíticos, que utilizam unicamente a amônia para efetuar a síntese de proteína microbiana (Russell et al., 1992).

A concentração de amônia ruminal é uma função da sua taxa relativa de entrada e saída. A amônia entra no rúmen a partir de várias fontes, incluindo: fermentação dos alimentos, lise de fragmentos celulares, proteína endógena, mistura de compostos solúveis de nitrogênio (como uréia endógena, ácidos nucléicos, ácido úrico e nitrato) e excreção de protozoários. O nitrogênio da amônia é removido do fluido ruminal de vários modos: pela incorporação na matéria microbiana, pela absorção através da parede do rúmen e pelo fluxo para o abomaso (Nolan, 1993).

Segundo o National Research Council - NRC (1985), as exigências de amônia estão relacionadas com a disponibilidade de substratos, taxa de fermentação e produção microbiana. Satter & Slyter (1974) sugeriram que 5 mg N/dL de fluido ruminal, como o mínimo necessário para máxima fermentação microbiana, contudo Van Soest (1994) relatou como nível ótimo, 10 mg N/dL de

líquido de rúmen, e comentou que esse valor não deve ser considerado um número fixo, pois depende da disponibilidade ruminal de energia.

Devant et al. (2000), em estudo com novilhas, submetidas a dois teores de proteína na ração, 14 e 17%, relataram concentração de amônia ruminal mais elevada para o maior conteúdo de PB na dieta. Klusmeyer et al. (1990), avaliando os efeitos dos níveis de proteína (11,0 e 14,5% de PB), em dietas à base de 60% de silagem de milho, com vacas Holandesas, descreveram que as concentrações de N-NH₃ variaram, respectivamente, de 2,5 a 10,5 mg N/dL de fluido ruminal, para as rações contendo farelo de soja como fonte protéica.

A urease produzida pelas bactérias aderidas à parede do rúmen, hidrolisa a uréia, e a amônia resultante, é utilizada para incorporação no nitrogênio microbiano, sendo a disponibilidade de energia, o principal fator determinante de sua assimilação (Huntington & Archibeque, 1999). A absorção de amônia através da parede do rúmen é a principal rota para a amônia que não foi assimilada pelos microrganismos (Nolan, 1993) ser removida da circulação portal pelo fígado, onde entra no ciclo da uréia (Lobley et al., 1995). A uréia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais à da concentração de amônia produzida no rúmen, e sua concentração sangüínea está diretamente relacionada com o aporte protéico e a relação energia:proteína dietéticos (Harmeyer & Martens, 1980). Russell et al. (1992), em sua revisão, mostraram que a produção excessiva de amônia e sua conseqüente absorção ruminal aumenta a excreção urinária de compostos nitrogenados.

A reciclagem de compostos nitrogenados através do trato digestivo apresenta um importante efeito no metabolismo de compostos nitrogenados (N) dos ruminantes (Lapierre & Lobley, 2001), já que constitui em uma forma de conservar N. Cerca de 40 a 80% da uréia produzida no fígado pode retornar ao rúmen (Harmeyer & Martens, 1980).

A concentração de N-uréia plasmática tem sido usada como um indicador do *status* protéico, particularmente em comparações qualitativas entre fontes e/ou níveis de ingestão de compostos nitrogenados dietéticos (Preston et al., 1965). Quando se aumenta a ingestão de compostos nitrogenados dietéticos, sem a sua utilização no rúmen, mais N-NH₃ é absorvido pelo rúmen para o sangue, resultando num aumento da

concentração de uréia plasmática e do custo energético para a síntese desta (Coelho da Silva & Leão, 1979) com um subsequente aumento da excreção urinária de uréia (Van Soest, 1994).

Huntington et al. (2001) avaliaram níveis dietéticos de compostos nitrogenados para novilhos, que foram submetidos a uma dieta contendo silagem de milho, mais uma suplementação de compostos nitrogenados para suprir 100, 200, 300 e 400 g de PB diária. A concentração de N-uréia plasmática aumentou em função dos teores de proteína da ração.

A uréia plasmática é eliminada pelos rins, por filtração glomerular e reabsorção tubular por processo passivo, secundário à reabsorção de fluidos (Malnic & Marcondes, 1986). Assim, a quantidade de uréia excretada é influenciada por estas funções, além de ser, de acordo com Harmeyer & Martens (1980), alterada principalmente pela sua concentração plasmática, sob várias condições dietéticas. O aumento da excreção de uréia com o aumento da concentração plasmática foi verificado, em novilhos, por Hennessy et al. (1995) e Rennó et al. (2000).

Brody (1945), citado por Pimpa et al. (2001), relatou que para animais de diferentes tamanhos, dentro da mesma espécie, a excreção de creatinina é diretamente proporcional ao peso vivo. Ørskov & Macleod (1982) observaram relativa constância nas excreções basais de compostos nitrogenados e de creatinina, e constataram que, além da excreção de creatinina ser constante, é proporcional ao peso corporal e pouco afetada pelo teor de compostos nitrogenados da dieta.

A excreção urinária de creatinina é mensurada a partir da coleta total de urina, e parece não ser afetada pela dieta. Valadares et al. (1997c) relataram excreção diária média de 24,04 mg/kg PV para novilhos zebuínos, com níveis crescentes de PB na ração. Rennó et al. (2000) concluíram que a excreção diária de creatinina não foi influenciada pela inclusão de concentrado na dieta, e apresentou média de 27,36 mg/kg PV, em quatro experimentos conduzidos com novilhos não castrados mestiços e zebuínos.

Ørskov & Macleod (1982), sugeriram que a excreção de creatinina pode ser utilizada para a avaliação da excreção endógena de compostos nitrogenados. Swanson (1977) relatou, a partir de 82 pesquisas com bovinos alimentados com dietas contendo baixos teores de compostos nitrogenados e

altas em energia, para evitar perdas de amônia no rúmen; que o nitrogênio urinário decrescia, até estabilizar-se em um valor mínimo, e então foi considerado como nitrogênio urinário endógeno (NUE). A partir da associação com o peso vivo, esse autor encontrou NUE (g/dia) igual a $0,44 PV^{0,5}$. Rennó et al. (2000) obtiveram NUE de 7,408 g N/dia, cerca de 5,49% menor que a excreção de creatinina de 7,814 g N/dia, em quatro experimentos realizados com novilhos mestiços e zebuínos.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de dois níveis de proteína bruta na ração sobre o pH e amônia ruminais, concentração plasmática de uréia, excreção fracional de uréia e excreções de uréia e creatinina; e avaliar as perdas urinárias endógenas, por meio da excreção de creatinina, em novilhos de quatro grupos genéticos.

Material e Métodos

O local do experimento, as instalações, as dietas e o manejo dos novilhos foram descritos nos capítulos anteriores. Foram utilizados 12 animais de quatro grupos genéticos (Holandês, $\frac{1}{2}$ sangue Holandês-Guzerá ($\frac{1}{2}$ Hol-Guz), $\frac{1}{2}$ sangue Holandês-Gir ($\frac{1}{2}$ Hol-Gir) e Zebu), sendo 3 animais de cada grupo, distribuídos em um esquema fatorial 2x4, sendo dois níveis de proteína (12 e 15%), e quatro grupos genéticos, num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

Após o período de adaptação, durante os primeiros 6 dias, foram realizadas as coletas de fezes e digestas de abomaso e íleo para a estimativa da digestibilidade, após este período de coleta, foi realizada a coleta de urina em 24 horas e de sangue. No penúltimo dia do período experimental foi realizada a coleta de líquido ruminal para a determinação do pH e das concentrações de N-NH₃.

As coletas de líquido ruminal, visando a determinação do pH e das concentrações de N-NH₃, foram realizadas antes do fornecimento da dieta e 2, 4, 6 e 8 horas após. Foram coletados, por intermédio da fístula ruminal, 50 mL de líquido ruminal, procedendo-se à imediata determinação do pH em peagâmetro digital. Após a leitura do pH, foi adicionado, a cada amostra, 1 mL

de solução de H_2SO_4 1:1, e armazenado a -15°C . Posteriormente, as amostras foram descongeladas para determinação da concentração de N-NH_3 , mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2N, conforme técnica de Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980).

As amostras de urina, em cada período experimental, foram obtidas a partir de coletas em 24 horas (Valadares et al., 1997a), utilizando-se funis coletores adaptados aos animais. Mangueiras de borracha, acopladas aos funis, conduziram a urina até recipientes plásticos contendo 250 mL de solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 20%. Após a coleta, foi determinado o volume total produzido, as amostras foram homogeneizadas e, em seguida, retiradas alíquotas de 100 mL. Devidamente identificadas, foram armazenadas a -15°C para posteriores análises laboratoriais.

O sangue foi coletado cerca de 4 horas após a alimentação, durante a coleta de urina, por punção da veia jugular. O sangue com heparina foi imediatamente centrifugado a 2.000 rpm por 15 minutos, obtendo-se o plasma, que foi armazenado a -15°C .

Ao final do experimento, o plasma foi descongelado à temperatura ambiente e analisado para determinação de uréia e creatinina, segundo o método diacetil modificado e com uso de picrato e acidificante, respectivamente, ambos kits comerciais. As mesmas análises foram efetuadas nas amostras de urina. A concentração de N-uréia plasmática foi obtida por meio do produto da concentração de uréia no plasma por 0,466; correspondente ao teor de N na uréia.

As depurações plasmáticas de creatinina e uréia foram obtidas pela relação entre a excreção urinária em 24 horas e a concentração plasmática de cada substância, enquanto a excreção fracional de uréia foi determinada por intermédio da relação entre as depurações plasmáticas de uréia e de creatinina, multiplicada por 100.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1995). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A análise estatística do pH e das concentrações de N-NH_3 no líquido ruminal, foi realizada num esquema de parcelas subdivididas, tendo na parcela

o esquema fatorial 2 x 4 e na subparcela os tempos de coleta, num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Utilizou-se para fator qualitativo o teste de médias (Tukey), e para fator quantitativo, análise de regressão.

Resultados e Discussão

O pH e as concentrações de amônia ruminais apresentaram interação significativa de níveis de proteína da dieta e tempos de coleta ($P < 0,05$), e de tempos de coleta e grupos genéticos ($P < 0,05$).

O pH ruminal apresentou comportamento linear decrescente em função dos tempos de coleta. Os modelos que melhor se ajustaram, para os níveis de 12 e 15% de PB, respectivamente, foram: $\hat{Y} = 6,6660 - 0,0705T$, com r^2 de 0,82 e $\hat{Y} = 6,7740 - 0,0253T$, com r^2 de 0,25; onde T corresponde aos tempos de coleta. Verificou-se redução linear nos valores de pH do momento do fornecimento da alimentação até oito horas após, devido, provavelmente, à intensificação do processo de fermentação pós-prandial e ao conseqüente aumento nas concentrações de ácidos graxos voláteis.

As concentrações de amônia ruminal mostraram comportamento quadrático em função dos tempos de coleta. Os modelos encontrados para os níveis de 12 e 15% de PB, respectivamente, foram: $\hat{Y} = 8,5035 + 3,3396T - 0,5401T^2$, com R^2 de 0,44 e $\hat{Y} = 8,6011 + 6,2128T - 0,7865T^2$, com R^2 de 0,60, onde T corresponde aos tempos de coleta. Foi estimado valor máximo de 13,67 e 20,87 mg N-NH₃/dL, às 3,09 e 3,95 horas após o fornecimento das rações, para os níveis de 12 e 15% de PB da ração, respectivamente. Estes valores estão próximos aos relatados por Tibo et al. (2000), e Leão (2002), com animais mestiços, que encontraram concentrações máximas de N-NH₃ ruminal às 3,60 e 3,52 horas após o fornecimento da ração.

As médias para o pH e concentrações de amônia ruminal, para cada teor de proteína da ração e tempos de coleta, estão apresentados na Tabela 1. Tanto para o pH, como para a amônia ruminal, pode ser observado que, apenas para o horário que antecedeu a alimentação os níveis de proteína não

diferiram entre si ($P>0,05$), o que não ocorreu para os demais tempos de coleta ($P<0,05$). Resultados contraditórios a essa pesquisa foram reportados em estudos com dois teores de proteína na ração, onde Devant et al. (2000) relataram que os tratamentos não influenciaram o pH do líquido ruminal, e Klusmeyer et al. (1990) encontraram maior pH ruminal para o menor conteúdo de PB.

Tabela 1 – Médias para o pH e concentrações de amônia ruminais, em função dos tempos de coleta para cada nível de proteína bruta (%MS) da ração.

Níveis de PB	pH					Amônia (mg/dL)				
	Tempos de coleta (horas)									
	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8
12%	6,71A	6,59B	6,20B	6,27B	6,16B	4,66A	21,89B	9,68B	4,95B	3,32B
15%	6,62A	6,91A	6,75A	6,52A	6,55A	5,31A	25,32 ^a	18,26A	13,61A	10,38A

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, para níveis de PB, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A faixa ideal de pH para a digestão da fibra, de acordo com Hoover (1986) é de 6,2 a 7,0 e, quando o pH se torna inferior a 6,0, por exemplo com a adição de amido à dieta, o número de microrganismos celulolíticos fica reduzido, provocando limitação na digestão na fibra. No presente estudo, o pH mínimo encontrado foi próximo de 6,2; sendo assim, a digestão ruminal da FDN não deve ter sido afetada, de acordo com descrição em capítulos anteriores.

As concentrações de amônia ruminal, em geral, foram superiores quando se utilizou maior nível de PB nas rações. Klusmeyer et al. (1990) e Devant et al. (2000) obtiveram o mesmo resultado, em estudo com novilhas e vacas leiteiras submetidas a dois níveis de PB dietética. Valadares et al. (1997c) e Huntington et al. (2001) encontraram que as concentrações de N-NH₃ no rúmen foram influenciadas de forma linear crescente pelos níveis de proteína da dieta.

São apresentadas na Tabela 2, as médias e os respectivos coeficientes de variação para a N-uréia plasmática, excreção fracional de uréia (EFU) e excreções diárias de uréia (EUPV) e de creatinina (ECPV), em função dos grupos genéticos e níveis de proteína da ração. Não houve interação de grupos

genéticos e teores de proteína, para nenhuma das variáveis estudadas ($P>0,05$).

Com relação aos grupos genéticos, a N-uréia plasmática, a excreção fracional de uréia e as excreções diárias de uréia e de creatinina não diferiram entre os animais utilizados ($P>0,05$). Apesar da ingestão dos compostos nitrogenados ter apresentado diferença entre os novilhos, conforme relatado em capítulo anterior, a concentração média de N-uréia plasmática foi de 15,36 mg/dL. No entanto, Hennessy et al. (1995) relataram diferenças na concentração de N-uréia no plasma em novilhos com diferentes genótipos *Bos indicus* e *Bos taurus* alimentados com feno e suplementação protéica. Leão (2002) encontrou concentração média de N-uréia no plasma de 19,30 mg/dL em novilhos ½ Holandês-Zebu submetidos a dieta com 13% de PB.

A excreção fracional de uréia apresentou média de 44,04%. Aires (1985) relatou que esse parâmetro pode variar de 30 a 60%, no entanto, Harmeyer & Martens (1980) afirmaram que este parâmetro é constante em ruminantes, próximo de 50%. Em capítulo anterior, referente ao estudo dessa variável, foi encontrado que, apesar da excreção fracional de uréia ter sido estatisticamente diferente entre os grupos genéticos, numericamente mostrou-se próxima de 40% para todos os animais, assim como o verificado para a presente pesquisa. A importância do estudo desse parâmetro reside-se na possibilidade do mesmo poder ser utilizado a campo, já que poderiam ser usadas amostras isoladas de urina, apesar de haver a necessidade de coleta simultânea de sangue. A excreção diária de uréia apresentou média de 388,03 mgU/KgPV, e apresentou o mesmo comportamento para a concentração de N-uréia no plasma para os grupos genéticos.

A excreção diária de creatinina média foi de 27,78 mgC/KgPV. Esse resultado está de acordo com a afirmação de Brody (1945), citado por Pimpa et al. (2001), de que para animais de diferentes tamanhos, dentro da mesma espécie, a excreção de creatinina é diretamente proporcional ao peso vivo. Rennó et al. (2000) relataram que a excreção diária de creatinina, em quatro experimentos conduzidos com novilhos não castrados mestiços e zebuínos, apresentou média de 27,36 mg/kg PV. Em capítulo anterior que avaliou a excreção de creatinina em função dos grupos genéticos, não foi encontrado

efeito destes animais sobre esta variável, que mostrou média de 27,76 mg/kg PV.

Tabela 2 – Médias e coeficientes de variação (CV%) para N-uréia plasmática (NUP, mg/dL), excreção fracional de uréia (EFU, %), excreções diárias de uréia (EUPV, mgU/KgPV) e de creatinina (ECPV, mgC/KgPV), em função dos grupos genéticos e níveis de proteína bruta (%MS) da ração.

Variáveis	Grupos genéticos				Níveis de PB		CV%
	Holandês	½ Hol-Guz	½ Hol-Gir	Zebu	12	15	
NUP	15,08a	15,58a	15,01a	15,74a	10,84b	19,87a	16,60
EFU	44,80a	45,03a	45,41a	40,92a	45,19a	42,89a	16,56
EUPV	389,94a	445,51a	390,33a	326,34a	282,39b	493,67a	19,98
ECPV	24,83a	29,03a	28,44a	28,83a	27,30a	28,27a	16,86

Médias seguidas de mesma letra, na linha, para grupos genéticos e níveis de PB, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e F, respectivamente.

A concentração de N-uréia plasmática diferiu entre os teores de PB ($P < 0,05$), e apresentou valores médios de 10,84 e 19,87 mg/dL para os níveis de 12 e 15% de PB, respectivamente. Valadares et al. (1997c) relataram que em novilhos zebuínos submetidos a dietas com 7,0; 9,5; 12,0 e 14,5% de PB, as concentrações de N-uréia no plasma foram mais altas quando os animais receberam rações com níveis mais elevados de PB, que foram de 8,1; 9,1; 15,7 e 19,5 mg/dL, respectivamente. Preston et al. (1965); Roseler et al. (1993); Hennessy et al. (1995) e Huntington et al. (2001) encontraram aumento da concentração de N-uréia no plasma com maiores teores protéicos na dieta.

A excreção fracional de uréia não diferiu entre os níveis de PB ($P > 0,05$), resultado contraditório ao observado por Valadares et al. (1997c), que relataram maior excreção fracional de uréia para os níveis mais elevados de PB dietética, indicando que este parâmetro é variável e possibilita maior conservação de uréia com menores ingestões de compostos nitrogenados. Rennó et al. (2000), agrupando dados de quatro experimentos, encontraram que a excreção fracional de uréia apresentou comportamento linear crescente em função dos teores de PB das dietas, contudo, relataram um coeficiente de determinação baixo, de 0,12.

A excreção diária de uréia foi influenciada pelo conteúdo de proteína da dieta ($P < 0,05$). A maior excreção de uréia foi correspondente a mais elevada

concentração de N-uréia plasmática, encontradas para o maior teor de PB dietético. Rennó et al. (2000) relataram, para quatro experimentos conduzidos com animais mestiços e zebuínos, que a excreção diária de uréia aumentou linearmente em função da concentração de N-uréia plasmática.

A excreção diária de creatinina, expressa em mgC/KgPV, não foi afetada pelos teores protéicos da dieta ($P>0,05$). Susmel et al. (1994) e Valadares et al. (1997c) também obtiveram excreção de creatinina constante em função dos níveis de PB da dieta. Vagnoni et al. (1997) e Valadares et al. (1999) relataram que esse parâmetro é constante e não variou em função de diferenças dietéticas. No capítulo que avaliou o comportamento da excreção de creatinina em função dos níveis de uréia da ração, não foi encontrado efeito dietético sobre este parâmetro. Dessa forma, pode-se observar que a excreção diária de creatinina, obtida neste estudo, nos dois capítulos onde foi mencionada, apresentou praticamente o mesmo valor, 27,76 e 27,78 mgC/KgPV, respectivamente, em função dos níveis de uréia e de PB da ração, para os mesmos grupos genéticos utilizados, mostrando que a dieta não interfere em sua excreção.

Como Ørskov & Macleod (1982) sugeriram que a excreção de creatinina pode vir a ser utilizada para avaliação da excreção endógena de compostos nitrogenados, e Swanson (1977) ter relatado que o nitrogênio urinário endógeno (NUE) é obtido a partir de $0,44 PV^{0,5}$; neste experimento, como o peso vivo médio dos novilhos foi de 270,58 Kg; o NUE seria de 7,238 g N/dia. A excreção de creatinina foi, em média, 7,362 g/dia, 1,71% maior que o valor de NUE calculado.

Valadares et al. (1997c), utilizando novilhos zebuínos, relataram que a excreção de creatinina foi de 6,797 g/dia, 8,81% menor que o NUE estimado conforme Swanson (1977), de 7,396 g N/dia. Rennó et al. (2000), em estudo com animais mestiços e zebuínos, em quatro experimentos, obtiveram excreção de creatinina média de 7,814 g/dia, 5,48% maior que o NUE, de 7,408 g N/dia. Em capítulo anterior, o NUE foi de 7,637 g N/dia, e a excreção de creatinina foi 8,424 g/dia, 10,31% maior que o valor de NUE calculado.

Conclusões

O pH ruminal apresentou comportamento linear decrescente em função dos tempos de coleta para ambos os níveis de proteína bruta.

As concentrações de amônia ruminal mostraram comportamento quadrático em função dos tempos de coleta, com valores máximos de 13,67 e 20,87 mg N-NH₃/dL, para os níveis de 12 e 15% de PB da ração, respectivamente.

A excreção de creatinina não foi influenciada pelos grupos genéticos nem pelos níveis de proteína bruta da dieta, e apresentou valor médio de 27,78 mg/Kg PV.

Sugere-se que as perdas urinárias endógenas de compostos nitrogenados podem ser estimadas a partir da excreção de creatinina.

Literatura Citada

- AIRES, M.M. **Fisiologia básica**. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 1985. 564p.
- CHURCH, D.C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: O & Books Inc., 1988. 564p.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380 p.
- DEVANT, M.; FERRET, A. GASA, J. et al. Effects of protein concentration and degradability on performance, ruminal fermentation, and nitrogen metabolism in rapidly growing heifers fed high-concentrate diets from 100 a 230Kg body weight. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1667-1676, 2000.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1707-1728, 1980.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v. 69, p. 2755-2766, 1986.
- HENNESSY, D.W.; KOHUN, P.J.; WILLIAMSON, P.J. et al. The effect of nitrogen and protein supplementation on feed intake, growth and digestive function of steers with different *Bos indicus*, *Bos Taurus* genotypes when fed a low quality grass hay. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.46, p. 1121-1236, 1995.

- HUNTINGTON, G.B., ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE. 1999, Raleigh. **Proceedings...** Raleigh:ASAS, 1999. p. 01-11.
- HUNTINGTON, G.; POORE, M.; HOPKINS, B. et al. Effect of ruminal protein degradability on growth and N metabolism in growing beef steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p.533-541, 2001.
- KLUSMEYER, T.H.; MCCARTHY JR., R.D.; CLARK, J.H. Effects of source and amount of protein on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.73, p. 3526-3537, 1990.
- LAPIERRE, H.; LOBLEY, G.E. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. **Journal of Dairy Science**, v.84(Supl. E):E223-236, 2001.
- LEÃO, M.I. **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo, digestibilidade e produção microbiana.** Belo Horizonte, MG:UFMG, 2002. 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.
- LOBLEY, G.E.; CONNELL, A.; LOMAX, M.A. et al. Hepatic detoxification of ammonia in the ovine liver: possible consequences for amino acid catabolism. **British Journal of Nutrition**, v.73, p. 667-685, 1995.
- MALNIC, G.; MARCONDES, M. **Fisiologia Renal.** 3 ed. São Paulo: EPU, 1986. 409p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Ruminant nitrogen usage.** Washington D.C. 138p. 1985.
- NOLAN, J.V. Nitrogen Kinetics. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. **Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism.** Wallingford. UK. CAB International. 1993. p.123-143.
- ØRSKOV, E.R.; MACLEOD, N.A. The determination of the minimal nitrogen excretion in steers and dairy cows and physiological and practical implications. **British Journal of Nutrition**, v. 47, p. 625-636, 1982.
- PIMPA, O.; LIANG, J.B.; JELAN, Z.A. et al. Urinary excretion of duodenal purine derivatives in Kedah-Kelantan cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.92, p. 203-214, 2001.
- PRESTON, R.L.; SCHNAKENBERG, D.D.; PFANDER, W.H. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. **Journal of Nutrition**, v.86, p.281-288, 1965.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1235-1243, 2000.

- RIHANI, N.; GARRETT, W.N.; ZINN, R.A. Influence of level of urea and method of supplementation on characteristics of digestion of high-fiber diets by sheep. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1657-1665, 1993.
- ROSELER, D.K.; FERGUSON, J.D.; SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 525-534, 1993.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets:I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, p.199-209, 1974.
- SUSMEL, P.; STEFANON, B.; PLAZZOTTA, E. et. al. The effect of energy and protein intake on the excretion of purine derivatives. **Journal of Agricultural Science**, v.123, p.257-266, 1994.
- SWANSON, E.W. Factors for computing requirements of protein for maintenance of cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 60, p. 1583-1593, 1977.
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 2. Balanço nitrogenado, eficiência microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p. 921-929, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – SAEG. **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG, 1995. (Apostila).
- VAGNONI, D.B.; BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. et al. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1695-1702, 1997.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivates. **Journal of Dairy Science**, v.82,p.2686-2696, 1999.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanços de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1259-1263, 1997a.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 3. pH, amônia e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1264-1269, 1997b.
- VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; GONÇALVES, L.C. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia

ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1270-1278, 1997c.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock Publ. Assoc. Ithaca, 1994. 476p.

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

Conclusões Gerais

Recomenda-se a utilização da FDAi como indicador na determinação da digestibilidade aparente total e parcial. Sugere-se o uso do método da autoclave para determinação da FDN. Recomenda-se não corrigir a FDN nos alimentos somente. A correção da FDN com cinzas e proteína subestima a digestibilidade da FDN e superestima a dos CNF, sugerindo que a digestibilidade da FDN seja multiplicada por 1,042 e a dos CNF seja multiplicada por 0,96.

Para o primeiro experimento, recomenda-se redução no período de adaptação para 7 dias, o que resulta em economia de tempo e gasto com alimentação. O consumo foi maior para os animais do grupo genético Holandês, seguido pelos mestiços e Zebu. A digestibilidade total da MS não foi influenciada pelos grupos genéticos nem pelos níveis de uréia nas rações. De uma maneira geral, os locais de digestão não foram alterados pelo tipo de animal (taurino, zebuino e seus mestiços) e pela inclusão de uréia na ração. Os animais zebuínos apresentaram ingestão, excreção e balanço de compostos nitrogenados inferior aos demais grupos genéticos. A retenção de compostos nitrogenados apresentou redução com a utilização de uréia na dieta. A produção e as eficiências microbianas mostraram-se superiores para os animais Holandeses, intermediárias para os mestiços e inferiores para os zebuínos. A coleta de urina *spot* consiste em metodologia rápida e eficaz na estimativa da excreção urinária dos derivados de purinas e da produção de compostos nitrogenados microbianos. O pH ruminal apresentou o mesmo comportamento para os grupos genéticos e foi influenciado positivamente pela inclusão de uréia na dieta. As concentrações de amônia ruminal foram influenciadas positivamente pelos níveis de uréia na ração para os animais Holandeses e mestiços. A concentração plasmática de N-uréia aumentou linearmente em função da adição de uréia na ração.

Para o segundo experimento, o consumo foi maior para os animais Holandeses, seguidos pelos mestiços e Zebu. O consumo de matéria seca não foi influenciado pelos teores de proteína bruta da ração. De maneira geral, as digestões totais e parciais dos nutrientes não foram afetadas pelos grupos genéticos nem pelos níveis de proteína bruta da dieta. O balanço de compostos

nitrogenados não foi alterado pelos teores de proteína bruta da dieta. As eficiências microbianas não foram influenciadas nem pelo grupo genético dos animais nem pelo conteúdo protéico da ração. O pH ruminal apresentou comportamento linear decrescente em função dos tempos de coleta para ambos os níveis de proteína bruta. As concentrações de amônia ruminal mostraram comportamento quadrático em função dos tempos de coleta, com valores máximos de 13,67 e 20,87 mg N-NH₃/dL, para os níveis de 12 e 15% de PB da ração, respectivamente.

Para ambos experimentos, a estimativa da produção de compostos nitrogenados microbianos pode ser feita a partir da excreção dos derivados de purinas na urina, e sugere-se que a excreção urinária dos derivados de purinas seja determinada utilizando a equação de Orellana Boero et al. (2001). A excreção de creatinina não foi influenciada pelos grupos genéticos nem pelos níveis de uréia ou de proteína bruta na dieta, e apresentou valores médios de 27,76 e 27,78 mg/Kg PV, respectivamente para o primeiro e segundo experimentos. Sugere-se que as perdas urinárias endógenas de compostos nitrogenados pode ser estimada a partir da excreção de creatinina.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Tabela 1A – Consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE) e carboidratos totais (CCHO), expressos em Kg/dia.

AN	QL	P	T	N	CMS	CMO	CPB	CEE	CCHO
1	1	1	1	0	9,315	8,870	1,210	0,203	7,456
1	2	1	1	0	8,535	8,129	1,140	0,187	6,802
1	3	1	1	0	8,019	7,635	1,080	0,177	6,377
1	4	1	1	0	2,999	2,858	0,358	0,071	2,429
4	1	2	1	0	7,929	7,551	0,980	0,164	6,406
4	2	2	1	0	6,793	6,469	0,840	0,140	5,488
4	3	2	1	0	7,988	7,606	0,983	0,164	6,459
4	4	2	1	0	5,329	5,088	0,670	0,114	4,304
3	1	3	1	0	7,352	6,999	0,921	0,152	5,926
3	2	3	1	0	5,233	4,984	0,649	0,108	4,226
3	3	3	1	0	9,532	9,076	1,177	0,196	7,702
3	4	3	1	0	4,695	4,472	0,535	0,092	3,846
2	1	4	1	0	6,230	5,936	0,791	0,131	5,014
2	2	4	1	0	6,846	6,521	0,853	0,147	5,520
2	3	4	1	0	11,115	10,583	1,368	0,228	8,987
2	4	4	1	0	4,341	4,139	0,521	0,092	3,526
2	1	1	2	0,65	8,679	8,277	1,164	0,194	6,919
2	2	1	2	0,65	7,067	6,736	0,928	0,153	5,655
2	3	1	2	0,65	6,431	6,126	0,876	0,142	5,108
2	4	1	2	0,65	2,439	2,325	0,374	0,055	1,896
3	1	2	2	0,65	6,841	6,519	0,857	0,141	5,521
3	2	2	2	0,65	5,690	5,422	0,701	0,116	4,604
3	3	2	2	0,65	9,569	9,120	1,188	0,197	7,734
3	4	2	2	0,65	3,947	3,765	0,437	0,083	3,245
4	1	3	2	0,65	7,882	7,511	0,987	0,162	6,361
4	2	3	2	0,65	7,232	6,893	0,912	0,150	5,831
4	3	3	2	0,65	7,658	7,297	0,948	0,157	6,192
4	4	3	2	0,65	5,841	5,577	0,701	0,118	4,757
1	1	4	2	0,65	8,546	8,145	1,075	0,178	6,892
1	2	4	2	0,65	8,855	8,440	1,107	0,183	7,149
1	3	4	2	0,65	7,142	6,805	0,879	0,146	5,780
1	4	4	2	0,65	2,484	2,380	0,244	0,055	2,081
3	1	1	3	1,3	5,726	5,482	0,779	0,122	4,580
3	2	1	3	1,3	5,368	5,138	0,778	0,124	4,235
3	3	1	3	1,3	9,904	9,485	1,293	0,208	7,984
3	4	1	3	1,3	3,956	3,783	0,481	0,082	3,220
2	1	2	3	1,3	8,222	7,867	1,041	0,171	6,655
2	2	2	3	1,3	6,815	6,522	0,866	0,144	5,511
2	3	2	3	1,3	10,303	9,858	1,300	0,213	8,344
2	4	2	3	1,3	2,363	2,277	0,336	0,070	1,870
1	1	3	3	1,3	8,995	8,607	1,144	0,187	7,276
1	2	3	3	1,3	8,995	8,606	1,137	0,187	7,282
1	3	3	3	1,3	7,465	7,143	0,964	0,158	6,020
1	4	3	3	1,3	2,044	1,951	0,203	0,047	1,701
4	1	4	3	1,3	7,425	7,105	0,962	0,157	5,986
4	2	4	3	1,3	5,520	5,284	0,704	0,116	4,463
4	3	4	3	1,3	7,702	7,370	0,996	0,162	6,211
4	4	4	3	1,3	6,420	6,149	0,817	0,139	5,193

4	1	1	4	1,95	7,312	7,005	0,986	0,153	5,865
4	2	1	4	1,95	6,370	6,115	0,869	0,139	5,107
4	3	1	4	1,95	8,067	7,744	1,110	0,176	6,457
4	4	1	4	1,95	3,014	2,876	0,340	0,063	2,472
1	1	2	4	1,95	7,510	7,192	0,948	0,154	6,089
1	2	2	4	1,95	8,799	8,427	1,111	0,181	7,135
1	3	2	4	1,95	8,255	7,904	1,039	0,169	6,696
1	4	2	4	1,95	2,379	2,282	0,249	0,047	1,986
2	1	3	4	1,95	6,571	6,293	0,830	0,135	5,329
2	2	3	4	1,95	6,000	5,745	0,758	0,123	4,864
2	3	3	4	1,95	12,707	12,167	1,595	0,258	10,313
2	4	3	4	1,95	2,604	2,488	0,279	0,055	2,153
3	1	4	4	1,95	6,758	6,472	0,870	0,141	5,461
3	2	4	4	1,95	6,059	5,811	0,772	0,126	4,912
3	3	4	4	1,95	8,825	8,453	1,129	0,183	7,141
3	4	4	4	1,95	2,420	2,305	0,249	0,056	2,000

AN: animal; QL: quadrado latino (1- ½ Holandês-Guzerá, 2- ½ Holandês-Gir, 3- Holandês, 4- Zebu); P: período; T: tratamento; N: níveis de uréia.

Tabela 2A – Consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), expressos em Kg/dia.

AN	QL	P	T	N	CFDN	CFDNcp ¹	CCNF	CCNFcp ¹	CNDT
1	1	1	1	0	3,426	3,464	4,030	3,992	6,43
1	2	1	1	0	3,035	3,072	3,767	3,731	6,35
1	3	1	1	0	2,815	2,855	3,563	3,522	5,35
1	4	1	1	0	1,068	1,115	1,361	1,314	2,21
4	1	2	1	0	3,160	3,164	3,247	3,242	5,68
4	2	2	1	0	2,704	2,707	2,784	2,781	4,78
4	3	2	1	0	3,202	3,204	3,257	3,255	5,46
4	4	2	1	0	2,040	2,070	2,263	2,234	3,77
3	1	3	1	0	2,875	2,880	3,051	3,046	5,39
3	2	3	1	0	2,070	2,074	2,157	2,153	3,80
3	3	3	1	0	3,801	3,804	3,901	3,898	6,75
3	4	3	1	0	2,106	2,117	1,740	1,729	3,23
2	1	4	1	0	2,374	2,388	2,639	2,626	4,81
2	2	4	1	0	2,623	2,670	2,897	2,850	5,66
2	3	4	1	0	4,450	4,453	4,536	4,533	7,33
2	4	4	1	0	1,738	1,767	1,788	1,759	1,95
2	1	1	2	0,65	3,081	3,129	3,837	3,789	6,03
2	2	1	2	0,65	2,558	2,584	3,098	3,072	4,65
2	3	1	2	0,65	2,224	2,261	2,884	2,847	4,05
2	4	1	2	0,65	0,646	0,688	1,249	1,207	1,83
3	1	2	2	0,65	2,694	2,700	2,827	2,821	5,12
3	2	2	2	0,65	2,289	2,291	2,315	2,314	3,85
3	3	2	2	0,65	3,805	3,812	3,929	3,922	6,83
3	4	2	2	0,65	1,851	1,877	1,394	1,368	2,74
4	1	3	2	0,65	3,113	3,118	3,248	3,243	5,62
4	2	3	2	0,65	2,802	2,812	3,029	3,019	5,32
4	3	3	2	0,65	3,065	3,067	3,127	3,125	5,62
4	4	3	2	0,65	2,478	2,499	2,279	2,258	4,04
1	1	4	2	0,65	3,333	3,346	3,559	3,546	6,36
1	2	4	2	0,65	3,479	3,489	3,670	3,660	6,78

1	3	4	2	0,65	2,875	2,875	2,906	2,905	4,85
1	4	4	2	0,65	0,956	1,050	1,125	1,031	1,77
3	1	1	3	1,3	2,022	2,056	2,559	2,525	3,96
3	2	1	3	1,3	1,713	1,754	2,522	2,481	4,10
3	3	1	3	1,3	3,760	3,782	4,223	4,201	6,94
3	4	1	3	1,3	1,754	1,759	1,466	1,461	2,83
2	1	2	3	1,3	3,279	3,282	3,376	3,372	5,56
2	2	2	3	1,3	2,721	2,730	2,790	2,781	5,15
2	3	2	3	1,3	4,136	4,136	4,209	4,208	6,69
2	4	2	3	1,3	0,665	0,727	1,205	1,143	1,69
1	1	3	3	1,3	3,568	3,573	3,707	3,703	5,92
1	2	3	3	1,3	3,601	3,610	3,681	3,672	6,51
1	3	3	3	1,3	2,903	2,909	3,118	3,111	5,71
1	4	3	3	1,3	1,081	1,149	0,621	0,552	1,43
4	1	4	3	1,3	2,865	2,872	3,121	3,114	5,56
4	2	4	3	1,3	2,163	2,172	2,300	2,292	4,16
4	3	4	3	1,3	2,986	2,993	3,225	3,218	5,84
4	4	4	3	1,3	2,428	2,470	2,764	2,722	4,41
4	1	1	4	1,95	2,640	2,677	3,224	3,187	4,70
4	2	1	4	1,95	2,237	2,282	2,870	2,825	4,20
4	3	1	4	1,95	2,769	2,799	3,688	3,658	5,38
4	4	1	4	1,95	1,514	1,533	0,958	0,939	2,08
1	1	2	4	1,95	3,019	3,021	3,070	3,068	4,98
1	2	2	4	1,95	3,564	3,571	3,571	3,564	6,43
1	3	2	4	1,95	3,331	3,333	3,365	3,363	5,49
1	4	2	4	1,95	0,903	1,005	1,083	0,981	1,68
2	1	3	4	1,95	2,619	2,625	2,710	2,704	4,77
2	2	3	4	1,95	2,423	2,433	2,441	2,431	4,55
2	3	3	4	1,95	5,148	5,149	5,165	5,164	8,19
2	4	3	4	1,95	1,296	1,352	0,856	0,800	1,60
3	1	4	4	1,95	2,638	2,646	2,823	2,815	5,11
3	2	4	4	1,95	2,377	2,398	2,535	2,515	4,48
3	3	4	4	1,95	3,474	3,483	3,667	3,658	7,03
3	4	4	4	1,95	1,472	1,519	0,528	0,480	1,65

¹ Consumo calculado com FDN corrigida para cinzas e proteína nos alimentos e sobras.

Tabela 3A – Peso dos animais em Kg e consumo de matéria seca (CMS), fibra em detergente neutro (CFDN) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), expressos em % do peso vivo (PV).

AN	QL	P	T	N	PESO	CMS	CFDN	CFDN _{cp}	CNDT
1	1	1	1	0	351,5	2,650	0,975	0,986	1,83
1	2	1	1	0	413	2,067	0,735	0,744	1,54
1	3	1	1	0	279	2,874	1,009	1,023	1,92
1	4	1	1	0	210,5	1,425	0,507	0,530	1,05
4	1	2	1	0	270,5	2,931	1,168	1,170	2,10
4	2	2	1	0	304	2,235	0,889	0,890	1,57
4	3	2	1	0	345	2,315	0,928	0,929	1,58
4	4	2	1	0	209,5	2,544	0,974	0,988	1,80
3	1	3	1	0	319,5	2,301	0,900	0,901	1,69
3	2	3	1	0	247,5	2,114	0,836	0,838	1,53
3	3	3	1	0	396	2,407	0,960	0,961	1,70
3	4	3	1	0	250	1,878	0,842	0,847	1,29

2	1	4	1	0	358	1,740	0,663	0,667	1,34
2	2	4	1	0	312,5	2,191	0,839	0,855	1,81
2	3	4	1	0	476,5	2,333	0,934	0,935	1,54
2	4	4	1	0	125	1,949	0,774	0,788	1,63
2	1	1	2	0,65	316,5	2,742	0,974	0,989	1,90
2	2	1	2	0,65	266,5	2,652	0,960	0,970	1,74
2	3	1	2	0,65	388	1,658	0,573	0,583	1,04
2	4	1	2	0,65	135	1,806	0,479	0,510	1,36
3	1	2	2	0,65	305,5	2,239	0,882	0,884	1,68
3	2	2	2	0,65	237	2,401	0,966	0,966	1,63
3	3	2	2	0,65	371,5	2,576	1,024	1,026	1,84
3	4	2	2	0,65	241	1,638	0,768	0,779	1,14
4	1	3	2	0,65	290	2,718	1,073	1,075	1,94
4	2	3	2	0,65	317	2,281	0,884	0,887	1,68
4	3	3	2	0,65	362	2,115	0,847	0,847	1,55
4	4	3	2	0,65	228,5	2,556	1,084	1,094	1,77
1	1	4	2	0,65	393,5	2,172	0,847	0,850	1,62
1	2	4	2	0,65	447	1,981	0,778	0,781	1,52
1	3	4	2	0,65	299,5	2,385	0,960	0,960	1,62
1	4	4	2	0,65	183,5	1,354	0,521	0,572	0,96
3	1	1	3	1,3	291,5	1,964	0,694	0,705	1,36
3	2	1	3	1,3	220,5	2,435	0,777	0,795	1,86
3	3	1	3	1,3	347	2,854	1,084	1,090	2,00
3	4	1	3	1,3	237	1,669	0,740	0,742	1,20
2	1	2	3	1,3	335	2,454	0,979	0,980	1,66
2	2	2	3	1,3	281,5	2,421	0,967	0,970	1,83
2	3	2	3	1,3	421,5	2,444	0,981	0,981	1,59
2	4	2	3	1,3	124	1,905	0,537	0,587	1,36
1	1	3	3	1,3	374	2,405	0,954	0,955	1,58
1	2	3	3	1,3	434,5	2,070	0,829	0,831	1,50
1	3	3	3	1,3	291	2,565	0,997	1,000	1,96
1	4	3	3	1,3	189,5	1,078	0,570	0,606	0,76
4	1	4	3	1,3	308,5	2,407	0,929	0,931	1,80
4	2	4	3	1,3	325	1,698	0,666	0,668	1,28
4	3	4	3	1,3	372	2,071	0,803	0,805	1,57
4	4	4	3	1,3	244,5	2,626	0,993	1,010	1,80
4	1	1	4	1,95	252	2,902	1,048	1,062	1,87
4	2	1	4	1,95	286,5	2,224	0,781	0,796	1,47
4	3	1	4	1,95	330,5	2,441	0,838	0,847	1,63
4	4	1	4	1,95	200,5	1,503	0,755	0,765	1,04
1	1	2	4	1,95	362,5	2,072	0,833	0,833	1,37
1	2	2	4	1,95	425,5	2,068	0,838	0,839	1,51
1	3	2	4	1,95	289,5	2,851	1,151	1,151	1,90
1	4	2	4	1,95	201	1,183	0,449	0,500	0,84
2	1	3	4	1,95	349	1,883	0,750	0,752	1,37
2	2	3	4	1,95	295,5	2,030	0,820	0,823	1,54
2	3	3	4	1,95	463	2,744	1,112	1,112	1,77
2	4	3	4	1,95	117	1,215	0,596	0,623	1,30
3	1	4	4	1,95	341	1,982	0,774	0,776	1,50
3	2	4	4	1,95	262	2,313	0,907	0,915	1,71
3	3	4	4	1,95	409	2,158	0,849	0,852	1,72
3	4	4	4	1,95	252	0,960	0,584	0,603	0,65

¹ Consumo calculado com FDN corrigida para cinzas e proteína nos alimentos e sobras.

Tabela 4A – Digestibilidade total da matéria seca (DTMS), matéria orgânica (DTMO), proteína bruta (DTPB), extrato etéreo (DTEE) e carboidratos totais (DTCHO), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

AN	QL	P	T	N	DTMS	DTMO	DTPB	DTEE	DTCHO
1	1	1	1	0	68,080	70,093	71,547	84,224	69,471
1	2	1	1	0	73,775	75,587	80,338	88,252	74,442
1	3	1	1	0	66,403	67,872	70,189	78,114	67,194
1	4	1	1	0	72,944	74,675	75,188	84,424	74,312
4	1	2	1	0	72,042	73,040	77,429	79,658	72,198
4	2	2	1	0	70,005	71,629	73,183	83,785	71,079
4	3	2	1	0	67,985	69,563	71,971	80,550	68,916
4	4	2	1	0	69,983	71,601	75,130	86,068	70,667
3	1	3	1	0	72,748	74,756	74,276	83,322	74,609
3	2	3	1	0	72,461	73,916	75,345	83,745	73,444
3	3	3	1	0	70,961	72,257	73,365	78,081	71,937
3	4	3	1	0	68,358	70,103	74,145	84,716	69,189
2	1	4	1	0	77,478	78,741	78,545	81,179	78,707
2	2	4	1	0	83,302	84,310	84,688	89,804	84,104
2	3	4	1	0	65,331	67,242	63,806	73,664	67,600
2	4	4	1	0	70,428	72,126	74,821	85,069	71,389
2	1	1	2	0,65	69,002	70,641	73,907	73,920	69,998
2	2	1	2	0,65	65,138	66,733	71,526	80,838	65,564
2	3	1	2	0,65	61,820	64,025	69,030	71,004	62,970
2	4	1	2	0,65	73,842	76,372	76,108	85,516	76,157
3	1	2	2	0,65	74,636	76,154	78,155	91,244	75,457
3	2	2	2	0,65	67,020	68,716	72,456	87,435	67,673
3	3	2	2	0,65	71,535	72,742	73,577	81,756	72,383
3	4	2	2	0,65	68,755	70,298	75,940	89,306	69,051
4	1	3	2	0,65	71,356	72,749	74,848	76,214	72,333
4	2	3	2	0,65	73,406	74,721	77,437	88,046	73,953
4	3	3	2	0,65	73,822	74,908	78,191	80,437	74,263
4	4	3	2	0,65	69,112	70,422	76,196	75,151	69,452
1	1	4	2	0,65	74,491	75,750	75,213	86,491	75,556
1	2	4	2	0,65	76,767	77,983	81,852	86,681	77,160
1	3	4	2	0,65	67,964	69,099	73,581	81,756	68,097
1	4	4	2	0,65	69,692	71,973	69,937	80,008	71,997
3	1	1	3	1,3	68,122	70,010	72,503	82,345	69,255
3	2	1	3	1,3	75,836	77,073	82,618	89,174	75,698
3	3	1	3	1,3	69,330	70,945	74,146	82,883	70,113
3	4	1	3	1,3	71,142	72,445	78,997	89,980	71,017
2	1	2	3	1,3	66,919	68,534	70,527	79,055	67,950
2	2	2	3	1,3	75,281	76,470	79,671	90,934	75,587
2	3	2	3	1,3	64,044	65,519	70,973	88,345	64,086
2	4	2	3	1,3	66,996	70,763	65,118	86,038	71,202
1	1	3	3	1,3	64,817	66,646	70,828	77,694	65,703
1	2	3	3	1,3	71,746	73,356	76,746	84,960	72,528
1	3	3	3	1,3	76,538	77,539	78,609	85,288	77,164
1	4	3	3	1,3	68,926	70,921	76,131	85,177	69,902
4	1	4	3	1,3	74,806	75,953	77,690	81,788	75,520
4	2	4	3	1,3	74,850	76,283	77,951	89,156	75,683
4	3	4	3	1,3	75,573	76,945	76,890	82,092	76,818
4	4	4	3	1,3	68,292	69,345	75,399	84,352	67,989
4	1	1	4	1,95	63,900	65,172	74,137	70,824	63,515

4	2	1	4	1,95	64,544	66,373	71,567	81,370	65,080
4	3	1	4	1,95	65,620	67,305	71,719	74,637	66,343
4	4	1	4	1,95	68,769	70,267	77,248	75,428	69,172
1	1	2	4	1,95	65,254	66,987	69,478	84,185	66,162
1	2	2	4	1,95	72,531	74,124	76,997	82,989	73,451
1	3	2	4	1,95	65,914	67,048	70,609	91,299	65,883
1	4	2	4	1,95	69,467	71,517	77,066	88,327	70,420
2	1	3	4	1,95	72,134	73,519	76,900	84,409	72,715
2	2	3	4	1,95	75,787	76,975	79,796	81,292	76,425
2	3	3	4	1,95	63,765	65,530	70,408	67,990	64,712
2	4	3	4	1,95	68,504	70,227	77,637	82,093	68,965
3	1	4	4	1,95	75,020	76,501	78,024	88,353	75,952
3	2	4	4	1,95	73,298	74,660	77,874	86,734	73,842
3	3	4	4	1,95	79,774	80,808	81,914	89,099	80,420
3	4	4	4	1,95	67,277	68,898	78,596	82,525	67,304

Tabela 5A – Digestibilidade total da fibra em detergente neutro (DTFDN) e dos carboidratos não fibrosos (DTCNF), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

AN	QL	P	T	N	DTFDN	DTFDNcp ¹	DTCNF	DTCNFcp ¹
1	1	1	1	0	50,893	54,740	85,264	82,254
1	2	1	1	0	52,164	56,884	92,390	88,896
1	3	1	1	0	45,642	50,010	84,219	81,124
1	4	1	1	0	49,802	57,512	93,551	88,559
4	1	2	1	0	57,810	60,486	86,201	83,626
4	2	2	1	0	52,520	54,948	89,107	86,779
4	3	2	1	0	49,917	52,893	87,598	84,691
4	4	2	1	0	53,563	56,048	86,086	84,211
3	1	3	1	0	59,170	63,251	89,159	85,349
3	2	3	1	0	51,759	56,021	94,258	90,231
3	3	3	1	0	51,924	56,378	91,440	87,124
3	4	3	1	0	52,802	56,747	89,026	84,427
2	1	4	1	0	70,195	72,649	86,364	84,215
2	2	4	1	0	81,882	83,283	86,116	84,873
2	3	4	1	0	42,673	50,068	92,055	84,822
2	4	4	1	0	52,056	56,769	89,554	85,732
2	1	1	2	0,65	45,489	49,598	89,678	86,846
2	2	1	2	0,65	39,558	44,041	87,035	83,669
2	3	1	2	0,65	33,815	40,557	85,457	80,769
2	4	1	2	0,65	47,390	56,435	91,042	87,396
3	1	2	2	0,65	58,809	60,578	91,323	89,699
3	2	2	2	0,65	48,645	54,183	86,486	81,027
3	3	2	2	0,65	56,644	59,663	87,625	84,744
3	4	2	2	0,65	52,568	54,994	90,934	88,338
4	1	3	2	0,65	57,151	60,066	86,884	84,126
4	2	3	2	0,65	55,274	59,309	91,227	87,592
4	3	3	2	0,65	54,820	58,902	93,317	89,339
4	4	3	2	0,65	53,451	57,086	86,847	83,136
1	1	4	2	0,65	57,836	62,333	92,152	88,034
1	2	4	2	0,65	57,369	61,168	95,921	92,406
1	3	4	2	0,65	43,504	48,684	92,430	87,315
1	4	4	2	0,65	43,690	53,484	96,041	90,850
3	1	1	3	1,3	46,858	52,211	86,952	83,134

3	2	1	3	1,3	50,887	55,433	92,550	90,022
3	3	1	3	1,3	49,687	54,174	88,300	84,462
3	4	1	3	1,3	56,233	58,140	88,701	86,524
2	1	2	3	1,3	50,402	53,375	84,994	82,134
2	2	2	3	1,3	60,825	62,181	89,980	88,749
2	3	2	3	1,3	43,208	46,281	84,601	81,584
2	4	2	3	1,3	34,704	46,904	91,352	86,666
1	1	3	3	1,3	48,272	52,343	82,481	78,591
1	2	3	3	1,3	54,805	58,993	89,870	85,835
1	3	3	3	1,3	60,592	63,687	92,593	89,766
1	4	3	3	1,3	59,066	63,919	88,771	82,353
4	1	4	3	1,3	56,368	61,097	93,102	88,822
4	2	4	3	1,3	57,515	62,315	92,773	88,352
4	3	4	3	1,3	58,453	62,784	93,817	89,870
4	4	4	3	1,3	44,138	49,891	88,942	84,413
4	1	1	4	1,95	44,116	48,834	79,399	75,846
4	2	1	4	1,95	44,403	48,102	81,192	78,792
4	3	1	4	1,95	42,423	48,498	84,302	80,000
4	4	1	4	1,95	57,966	61,492	86,878	81,707
1	1	2	4	1,95	50,908	53,644	81,159	78,490
1	2	2	4	1,95	56,370	60,088	90,498	86,839
1	3	2	4	1,95	49,624	51,834	81,976	79,804
1	4	2	4	1,95	42,811	52,257	93,425	89,023
2	1	3	4	1,95	56,445	59,135	88,441	85,900
2	2	3	4	1,95	59,926	63,068	92,801	89,793
2	3	3	4	1,95	37,803	43,266	91,532	86,095
2	4	3	4	1,95	53,307	59,228	90,127	82,896
3	1	4	4	1,95	57,903	62,471	92,819	88,622
3	2	4	4	1,95	61,919	65,209	85,022	82,075
3	3	4	4	1,95	67,224	71,540	92,922	88,874
3	4	4	4	1,95	59,144	63,935	90,077	77,957

¹ Digestibilidade calculada com FDN corrigida para cinzas e proteína nos alimentos, fezes e sobras.

Tabela 6A – Digestibilidade ruminal da matéria seca (DRMS), matéria orgânica (DRMO), proteína bruta (DRPB) e extrato etéreo (DREE), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

AN	QL	P	T	N	DRMS	DRMO	DRPB	DREE
1	1	1	1	0	66,070	71,088	26,753	-6,890
1	2	1	1	0	79,118	82,748	50,402	6,936
1	3	1	1	0	77,579	81,422	34,747	-13,332
1	4	1	1	0	74,512	82,220	34,890	5,466
4	1	2	1	0	78,140	81,384	40,802	7,301
4	2	2	1	0	77,498	82,603	40,995	1,794
4	3	2	1	0	69,230	75,677	17,820	-26,621
4	4	2	1	0	73,077	79,736	30,934	-8,096
3	1	3	1	0	80,129	84,720	37,354	12,773
3	2	3	1	0	79,112	84,979	27,185	7,551
3	3	3	1	0	71,081	77,535	16,586	24,258
3	4	3	1	0	73,194	79,934	34,680	4,834
2	1	4	1	0	78,916	83,826	42,582	20,068
2	2	4	1	0	86,316	87,924	63,405	23,445

2	3	4	1	0	66,434	75,506	-2,810	-32,821
2	4	4	1	0	73,594	80,630	35,501	2,204
2	1	1	2	0,65	72,725	77,076	40,120	-1,589
2	2	1	2	0,65	72,571	77,294	39,071	1,554
2	3	1	2	0,65	60,695	72,694	-6,296	-37,675
2	4	1	2	0,65	67,418	75,387	2,561	-36,255
3	1	2	2	0,65	78,064	82,112	38,129	10,000
3	2	2	2	0,65	79,727	85,698	27,505	-10,913
3	3	2	2	0,65	70,130	78,120	19,015	-10,796
3	4	2	2	0,65	68,645	77,188	32,516	-3,590
4	1	3	2	0,65	79,446	82,989	40,848	5,753
4	2	3	2	0,65	74,174	78,697	43,780	-3,530
4	3	3	2	0,65	75,298	80,230	34,313	1,038
4	4	3	2	0,65	73,934	79,260	32,566	-4,454
1	1	4	2	0,65	78,242	81,562	48,295	12,043
1	2	4	2	0,65	82,048	85,176	51,692	2,542
1	3	4	2	0,65	74,398	81,437	29,027	4,248
1	4	4	2	0,65	78,307	83,718	31,770	-0,356
3	1	1	3	1,3	68,833	76,779	23,891	-6,037
3	2	1	3	1,3	70,647	75,828	38,056	1,072
3	3	1	3	1,3	70,434	76,100	31,314	-9,448
3	4	1	3	1,3	71,076	79,338	34,674	-0,745
2	1	2	3	1,3	72,674	78,137	32,737	-10,115
2	2	2	3	1,3	79,863	82,521	60,741	15,011
2	3	2	3	1,3	57,957	67,498	-7,801	-48,618
2	4	2	3	1,3	61,109	73,023	-2,470	-21,584
1	1	3	3	1,3	72,367	76,296	43,947	6,169
1	2	3	3	1,3	77,067	82,017	38,699	1,594
1	3	3	3	1,3	78,371	80,977	57,203	10,363
1	4	3	3	1,3	62,981	70,599	32,165	-10,324
4	1	4	3	1,3	84,209	87,115	55,629	9,470
4	2	4	3	1,3	72,559	77,689	47,125	2,565
4	3	4	3	1,3	74,973	79,826	44,540	9,911
4	4	4	3	1,3	73,809	79,875	33,967	-6,774
4	1	1	4	1,95	64,145	70,406	30,033	-28,745
4	2	1	4	1,95	78,370	85,090	45,724	1,300
4	3	1	4	1,95	76,894	82,774	34,342	-3,447
4	4	1	4	1,95	67,592	74,555	38,296	2,821
1	1	2	4	1,95	79,705	86,111	34,033	-10,783
1	2	2	4	1,95	81,888	85,221	46,688	2,008
1	3	2	4	1,95	72,989	77,856	42,356	1,742
1	4	2	4	1,95	73,092	80,058	43,619	5,486
2	1	3	4	1,95	72,414	78,447	38,369	-5,489
2	2	3	4	1,95	77,543	79,576	57,969	16,562
2	3	3	4	1,95	80,272	84,699	22,588	-22,320
2	4	3	4	1,95	72,180	80,022	40,865	0,059
3	1	4	4	1,95	76,967	82,370	36,202	3,631
3	2	4	4	1,95	84,544	88,463	49,281	17,259
3	3	4	4	1,95	76,718	81,776	33,095	-8,008
3	4	4	4	1,95	75,857	85,452	40,681	-8,131

Tabela 7A – Digestibilidade ruminal dos carboidratos totais (DRCHO), da fibra em detergente neutro (DRFDN) e dos carboidratos não fibrosos (DRCNF), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

AN	QL	P	T	N	DRCHO	DRFDN	DRCNF
1	1	1	1	0	79,332	71,732	83,188
1	2	1	1	0	88,802	97,432	84,876
1	3	1	1	0	90,238	95,885	87,820
1	4	1	1	0	90,076	85,072	92,167
4	1	2	1	0	88,126	88,962	87,580
4	2	2	1	0	89,217	93,836	86,572
4	3	2	1	0	86,992	78,384	91,816
4	4	2	1	0	88,990	94,438	85,934
3	1	3	1	0	92,037	87,914	94,616
3	2	3	1	0	94,895	97,680	93,427
3	3	3	1	0	89,179	93,933	87,371
3	4	3	1	0	87,045	94,732	81,526
2	1	4	1	0	90,079	96,829	85,144
2	2	4	1	0	91,715	95,939	88,079
2	3	4	1	0	90,308	107,529	82,476
2	4	4	1	0	88,704	91,414	86,542
2	1	1	2	0,65	83,465	99,189	77,062
2	2	1	2	0,65	83,856	87,695	82,416
2	3	1	2	0,65	92,022	90,055	92,623
2	4	1	2	0,65	93,444	92,791	93,620
3	1	2	2	0,65	89,660	92,139	88,139
3	2	2	2	0,65	96,683	106,500	91,223
3	3	2	2	0,65	90,306	93,106	88,846
3	4	2	2	0,65	84,955	98,477	74,578
4	1	3	2	0,65	89,578	95,357	85,935
4	2	3	2	0,65	84,854	91,292	81,246
4	3	3	2	0,65	88,253	89,621	87,465
4	4	3	2	0,65	87,450	95,872	81,815
1	1	4	2	0,65	86,249	91,736	83,024
1	2	4	2	0,65	91,163	98,506	87,000
1	3	4	2	0,65	90,642	99,643	86,450
1	4	4	2	0,65	90,527	77,253	95,657
3	1	1	3	1,3	87,247	85,757	87,882
3	2	1	3	1,3	84,370	79,497	86,190
3	3	1	3	1,3	84,959	89,035	82,557
3	4	1	3	1,3	87,814	90,064	86,109
2	1	2	3	1,3	86,005	94,156	81,309
2	2	2	3	1,3	85,637	92,731	80,961
2	3	2	3	1,3	85,347	87,223	84,405
2	4	2	3	1,3	90,077	86,057	90,920
1	1	3	3	1,3	80,784	84,080	78,927
1	2	3	3	1,3	89,639	94,409	86,793
1	3	3	3	1,3	84,306	93,414	78,756
1	4	3	3	1,3	77,060	62,191	94,289
4	1	4	3	1,3	91,818	96,302	89,326
4	2	4	3	1,3	82,783	82,547	82,921
4	3	4	3	1,3	85,225	86,468	84,509
4	4	4	3	1,3	88,865	102,938	82,730
4	1	1	4	1,95	79,507	79,643	79,445

4	2	1	4	1,95	91,889	100,373	88,273
4	3	1	4	1,95	91,944	103,460	87,593
4	4	1	4	1,95	80,359	100,473	59,154
1	1	2	4	1,95	95,363	99,952	92,532
1	2	2	4	1,95	91,600	94,866	89,570
1	3	2	4	1,95	83,476	97,522	75,060
1	4	2	4	1,95	85,470	72,999	90,231
2	1	3	4	1,95	85,643	93,248	80,952
2	2	3	4	1,95	82,293	92,961	75,456
2	3	3	4	1,95	96,643	108,982	91,564
2	4	3	4	1,95	86,482	92,620	74,422
3	1	4	4	1,95	90,596	95,921	87,491
3	2	4	4	1,95	94,706	92,189	96,425
3	3	4	4	1,95	90,688	103,321	84,739
3	4	4	4	1,95	93,617	104,389	73,880

Tabela 8A – Digestibilidade intestinal total da matéria seca (DITMS), matéria orgânica (DITMO), proteína bruta (DITPB) e extrato etéreo (DITEE), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

AN	QL	P	T	N	DITMS	DITMO	DITPB	DITEE
1	1	1	1	0	33,930	28,912	61,156	85,241
1	2	1	1	0	20,882	17,252	60,358	87,376
1	3	1	1	0	22,421	18,578	54,315	80,689
1	4	1	1	0	25,488	17,780	61,893	83,524
4	1	2	1	0	21,860	18,616	61,872	78,056
4	2	2	1	0	22,502	17,397	54,551	83,489
4	3	2	1	0	30,770	24,323	65,893	84,639
4	4	2	1	0	26,923	20,264	63,991	87,112
3	1	3	1	0	19,871	15,280	58,938	80,880
3	2	3	1	0	20,888	15,021	66,140	82,417
3	3	3	1	0	28,919	22,465	61,668	81,833
3	4	3	1	0	26,806	20,066	60,418	83,940
2	1	4	1	0	21,084	16,174	62,634	76,454
2	2	4	1	0	13,684	12,076	58,159	86,681
2	3	4	1	0	33,566	24,494	64,796	80,172
2	4	4	1	0	26,406	19,370	62,101	84,859
2	1	1	2	0,65	27,275	22,924	56,425	74,328
2	2	1	2	0,65	27,429	22,706	53,267	80,535
2	3	1	2	0,65	39,305	27,306	70,864	78,938
2	4	1	2	0,65	32,582	24,613	75,480	89,370
3	1	2	2	0,65	21,936	17,888	64,693	90,272
3	2	2	2	0,65	20,273	14,302	62,006	88,672
3	3	2	2	0,65	29,870	21,880	66,813	80,039
3	4	2	2	0,65	31,355	22,812	64,347	89,677
4	1	3	2	0,65	20,554	17,011	57,479	74,762
4	2	3	2	0,65	25,826	21,303	59,866	88,454
4	3	3	2	0,65	24,702	19,770	66,799	80,232
4	4	3	2	0,65	26,066	20,740	64,700	76,211
1	1	4	2	0,65	21,758	18,438	52,061	84,642
1	2	4	2	0,65	17,952	14,824	62,433	86,334
1	3	4	2	0,65	25,602	18,563	62,776	80,947
1	4	4	2	0,65	21,693	16,282	55,939	80,079

3	1	1	3	1,3	31,167	23,221	63,871	83,351
3	2	1	3	1,3	29,353	24,172	71,939	89,056
3	3	1	3	1,3	29,566	23,900	60,473	85,289
3	4	1	3	1,3	28,924	20,662	67,849	90,054
2	1	2	3	1,3	27,326	21,863	56,182	80,979
2	2	2	3	1,3	20,137	17,479	48,218	89,332
2	3	2	3	1,3	42,043	32,502	73,073	92,158
2	4	2	3	1,3	38,891	26,977	65,959	88,517
1	1	3	3	1,3	27,633	23,704	47,956	76,228
1	2	3	3	1,3	22,933	17,983	62,066	84,717
1	3	3	3	1,3	21,629	19,023	50,016	83,587
1	4	3	3	1,3	37,019	29,401	64,814	86,564
4	1	4	3	1,3	15,791	12,885	49,720	79,883
4	2	4	3	1,3	27,441	22,311	58,300	88,871
4	3	4	3	1,3	25,027	20,174	58,331	80,122
4	4	4	3	1,3	26,191	20,125	62,744	85,345
4	1	1	4	1,95	35,855	29,594	63,035	77,338
4	2	1	4	1,95	21,630	14,910	47,615	81,124
4	3	1	4	1,95	23,106	17,226	56,927	75,482
4	4	1	4	1,95	32,408	25,445	63,127	74,715
1	1	2	4	1,95	20,295	13,889	53,731	85,724
1	2	2	4	1,95	18,112	14,779	56,852	82,640
1	3	2	4	1,95	27,011	22,144	49,013	91,144
1	4	2	4	1,95	26,908	19,942	59,324	87,649
2	1	3	4	1,95	27,586	21,553	62,519	85,220
2	2	3	4	1,95	22,457	20,424	51,931	77,579
2	3	3	4	1,95	19,728	15,301	61,774	73,831
2	4	3	4	1,95	27,820	19,978	62,123	82,068
3	1	4	4	1,95	23,033	17,630	65,554	87,914
3	2	4	4	1,95	15,456	11,537	56,376	83,967
3	3	4	4	1,95	23,282	18,224	55,905	80,152
3	4	4	4	1,95	24,143	14,548	63,917	83,840

Tabela 9A – Digestibilidade intestinal total dos carboidratos totais (DITCHO), da fibra em detergente neutro (DITFDN) e dos carboidratos não fibrosos (DITCNF), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

AN	QL	P	T	N	DITCHO	DITFDN	DITCNF
1	1	1	1	0	20,668	28,268	16,812
1	2	1	1	0	11,198	2,568	15,124
1	3	1	1	0	9,762	4,115	12,180
1	4	1	1	0	9,924	14,928	7,833
4	1	2	1	0	11,874	11,038	12,420
4	2	2	1	0	10,783	6,164	13,428
4	3	2	1	0	13,008	21,616	8,184
4	4	2	1	0	11,010	5,562	14,066
3	1	3	1	0	7,963	12,086	5,384
3	2	3	1	0	5,105	2,320	6,573
3	3	3	1	0	10,821	6,067	12,629
3	4	3	1	0	12,955	5,268	18,474
2	1	4	1	0	9,921	3,171	14,856
2	2	4	1	0	8,285	4,061	11,921

2	3	4	1	0	9,692	-7,529	17,524
2	4	4	1	0	11,296	8,586	13,458
2	1	1	2	0,65	16,535	0,811	22,938
2	2	1	2	0,65	16,144	12,305	17,584
2	3	1	2	0,65	7,978	9,945	7,377
2	4	1	2	0,65	6,556	7,209	6,380
3	1	2	2	0,65	10,340	7,861	11,861
3	2	2	2	0,65	3,317	-6,500	8,777
3	3	2	2	0,65	9,694	6,894	11,154
3	4	2	2	0,65	15,045	1,523	25,422
4	1	3	2	0,65	10,422	4,643	14,065
4	2	3	2	0,65	15,146	8,708	18,754
4	3	3	2	0,65	11,747	10,379	12,535
4	4	3	2	0,65	12,550	4,128	18,185
1	1	4	2	0,65	13,751	8,264	16,976
1	2	4	2	0,65	8,837	1,494	13,000
1	3	4	2	0,65	9,358	0,357	13,550
1	4	4	2	0,65	9,473	22,747	4,343
3	1	1	3	1,3	12,753	14,243	12,118
3	2	1	3	1,3	15,630	20,503	13,810
3	3	1	3	1,3	15,041	10,965	17,443
3	4	1	3	1,3	12,186	9,936	13,891
2	1	2	3	1,3	13,995	5,844	18,691
2	2	2	3	1,3	14,363	7,269	19,039
2	3	2	3	1,3	14,653	12,777	15,595
2	4	2	3	1,3	9,923	13,943	9,080
1	1	3	3	1,3	19,216	15,920	21,073
1	2	3	3	1,3	10,361	5,591	13,207
1	3	3	3	1,3	15,694	6,586	21,244
1	4	3	3	1,3	22,940	37,809	5,711
4	1	4	3	1,3	8,182	3,698	10,674
4	2	4	3	1,3	17,217	17,453	17,079
4	3	4	3	1,3	14,775	13,532	15,491
4	4	4	3	1,3	11,135	-2,938	17,270
4	1	1	4	1,95	20,493	20,357	20,555
4	2	1	4	1,95	8,111	-0,373	11,727
4	3	1	4	1,95	8,056	-3,460	12,407
4	4	1	4	1,95	19,641	-0,473	40,846
1	1	2	4	1,95	4,637	0,048	7,468
1	2	2	4	1,95	8,400	5,134	10,430
1	3	2	4	1,95	16,524	2,478	24,940
1	4	2	4	1,95	14,530	27,001	9,769
2	1	3	4	1,95	14,357	6,752	19,048
2	2	3	4	1,95	17,707	7,039	24,544
2	3	3	4	1,95	3,357	-8,982	8,436
2	4	3	4	1,95	13,518	7,380	25,578
3	1	4	4	1,95	9,404	4,079	12,509
3	2	4	4	1,95	5,294	7,811	3,575
3	3	4	4	1,95	9,312	-3,321	15,261
3	4	4	4	1,95	6,383	-4,389	26,120

Tabela 10A – Digestibilidade no intestino delgado da matéria seca (DIDMS), matéria orgânica (DIDMO), proteína bruta (DIDPB) e extrato etéreo (DIDEE), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), para o grupo genético Zebu.

AN	P	T	N	DIDMS	DIDMO	DIDPB	DIDEE
1	1	1	0	17,988	12,998	63,940	84,248
4	2	1	0	20,604	16,632	64,401	89,469
3	3	1	0	21,413	17,810	53,915	83,498
2	4	1	0	20,002	15,813	60,752	85,738
2	1	2	0,65	19,925	17,158	72,989	89,844
3	2	2	0,65	21,648	15,689	59,136	84,979
4	3	2	0,65	16,333	14,411	62,876	85,712
1	4	2	0,65	17,176	14,835	50,928	87,736
3	1	3	1,3	22,941	17,808	61,866	84,648
2	2	3	1,3	20,182	15,022	58,465	89,008
1	3	3	1,3	24,645	20,284	57,719	87,233
4	4	3	1,3	19,743	16,240	65,492	84,109
4	1	4	1,95	23,649	20,004	64,997	80,316
1	2	4	1,95	17,275	14,546	50,006	82,480
2	3	4	1,95	18,461	14,175	57,718	82,197
3	4	4	1,95	14,460	7,974	58,152	83,794

Tabela 11A – Digestibilidade no intestino delgado dos carboidratos totais (DIDCHO), da fibra em detergente neutro (DIDFDN) e dos carboidratos não fibrosos (DIDCNF), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), para o grupo genético Zebu.

AN	P	T	N	DIDCHO	DIDFDN	DIDCNF
1	1	1	0	3,977	14,685	-0,497
4	2	1	0	6,501	-12,943	17,408
3	3	1	0	11,165	2,410	17,451
2	4	1	0	7,214	1,384	11,454
2	1	2	0,65	-2,009	-10,752	0,345
3	2	2	0,65	7,498	14,890	1,825
4	3	2	0,65	4,933	7,459	3,244
1	4	2	0,65	8,094	21,596	2,877
3	1	3	1,3	9,782	21,272	1,068
2	2	3	1,3	-2,634	-33,983	3,941
1	3	3	1,3	13,122	23,141	1,513
4	4	3	1,3	6,075	7,202	5,584
4	1	4	1,95	12,782	-5,220	31,760
1	2	4	1,95	9,332	10,381	8,931
2	3	4	1,95	7,125	2,419	11,585
3	4	4	1,95	-0,739	2,096	-5,935

Tabela 12A – Digestibilidade no intestino grosso da matéria seca (DIGMS), matéria orgânica (DIGMO), proteína bruta (DIGPB) e extrato etéreo (DIGEE), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), para o grupo genético Zebu.

AN	P	T	N	DIGMS	DIGMO	DIGPB	DIGEE
1	1	1	0	7,500	4,783	-5,678	-4,602
4	2	1	0	6,318	3,632	-1,152	-22,379
3	3	1	0	5,393	2,256	14,112	2,677
2	4	1	0	6,404	3,557	2,427	8,101
2	1	2	0,65	12,657	7,455	9,220	-4,670
3	2	2	0,65	9,707	7,122	12,753	31,277
4	3	2	0,65	9,733	6,329	4,914	-66,495
1	4	2	0,65	4,517	1,448	10,211	-62,432
3	1	3	1,3	5,983	2,855	15,691	35,211
2	2	3	1,3	18,708	11,956	18,042	-4,472
1	3	3	1,3	12,374	9,117	16,780	-5,240
4	4	3	1,3	6,448	3,885	-7,961	7,778
4	1	4	1,95	8,759	5,441	-5,342	-28,455
1	2	4	1,95	9,633	5,396	18,637	29,506
2	3	4	1,95	9,358	5,804	9,023	0,444
3	4	4	1,95	9,683	6,574	13,774	0,282

Tabela 13A – Digestibilidade no intestino grosso dos carboidratos totais (DIGCHO), da fibra em detergente neutro (DIGFDN) e dos carboidratos não fibrosos (DIGCNF), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), para o grupo genético Zebu.

AN	P	T	N	DIGCHO	DIGFDN	DIGCNF
1	1	1	0	5,946	0,242	8,330
4	2	1	0	4,509	18,505	-3,342
3	3	1	0	1,790	2,858	1,023
2	4	1	0	4,082	7,202	2,004
2	1	2	0,65	8,566	17,961	6,035
3	2	2	0,65	7,547	-13,368	23,598
4	3	2	0,65	7,616	-3,331	14,941
1	4	2	0,65	1,379	1,151	1,467
3	1	3	1,3	2,404	-11,336	12,823
2	2	3	1,3	12,557	47,926	5,139
1	3	3	1,3	9,818	14,668	4,198
4	4	3	1,3	5,060	-10,140	11,686
4	1	4	1,95	6,859	4,747	9,086
1	2	4	1,95	5,198	16,620	0,838
2	3	4	1,95	6,393	4,961	13,993
3	4	4	1,95	7,122	-6,485	32,055

Tabela 14A – Compostos nitrogenados ingeridos (CNI), presentes no abomaso como compostos nitrogenados totais (CNT), não amoniacais (CNNA) e microbianos (CNMIC¹).

AN	QL	P	T	N	CNI	CNT	CNNA	CNMIC ¹
1	1	1	1	0	193,62	141,82	137,45	95,77
1	2	1	1	0	182,36	90,45	85,81	71,31
1	3	1	1	0	172,84	112,78	107,00	59,33
1	4	1	1	0	57,26	37,28	35,47	32,03
4	1	2	1	0	156,87	92,86	90,00	79,73
4	2	2	1	0	134,47	79,34	76,92	56,30
4	3	2	1	0	157,22	129,21	125,19	81,75
4	4	2	1	0	107,21	74,04	71,27	43,28
3	1	3	1	0	147,29	92,27	88,28	66,06
3	2	3	1	0	103,83	75,60	71,60	71,15
3	3	3	1	0	188,35	155,69	149,84	117,90
3	4	3	1	0	85,53	55,86	53,87	43,93
2	1	4	1	0	126,54	72,66	69,56	57,41
2	2	4	1	0	136,55	49,97	48,63	42,45
2	3	4	1	0	218,92	225,07	217,32	167,62
2	4	4	1	0	83,33	55,73	53,54	39,75
2	1	1	2	0,65	186,17	111,48	107,27	68,78
2	2	1	2	0,65	148,42	90,43	86,56	64,44
2	3	1	2	0,65	140,22	149,05	138,97	72,00
2	4	1	2	0,65	59,91	58,38	55,09	34,70
3	1	2	2	0,65	137,07	84,81	81,82	65,38
3	2	2	2	0,65	112,23	81,36	77,24	62,34
3	3	2	2	0,65	190,14	116,18	110,27	80,86
3	4	2	2	0,65	69,90	47,17	44,59	25,66
4	1	3	2	0,65	157,93	93,42	89,90	71,41
4	2	3	2	0,65	145,87	82,01	78,82	63,41
4	3	3	2	0,65	151,67	99,63	95,28	72,27
4	4	3	2	0,65	112,23	75,68	73,16	54,86
1	1	4	2	0,65	172,05	88,96	85,87	81,77
1	2	4	2	0,65	177,18	85,59	81,55	70,44
1	3	4	2	0,65	140,69	99,85	96,54	86,32
1	4	4	2	0,65	39,00	26,61	25,17	23,42
3	1	1	3	1,3	124,72	94,92	90,33	66,17
3	2	1	3	1,3	124,45	77,09	73,41	61,84
3	3	1	3	1,3	206,83	126,24	122,09	100,26
3	4	1	3	1,3	76,95	50,27	48,00	40,02
2	1	2	3	1,3	166,60	112,06	107,66	87,16
2	2	2	3	1,3	138,56	54,40	52,55	39,35
2	3	2	3	1,3	208,04	224,27	217,91	131,73
2	4	2	3	1,3	53,75	55,08	52,52	22,71
1	1	3	3	1,3	183,07	102,62	99,26	89,57
1	2	3	3	1,3	181,88	111,50	105,63	87,56
1	3	3	3	1,3	154,30	66,03	63,42	56,50
1	4	3	3	1,3	32,48	22,04	20,67	17,76
4	1	4	3	1,3	153,90	68,29	65,83	58,22
4	2	4	3	1,3	112,66	59,57	56,59	50,53
4	3	4	3	1,3	159,40	88,41	84,94	82,56
4	4	4	3	1,3	130,75	86,34	83,81	57,52
4	1	1	4	1,95	157,79	110,40	104,48	56,56
4	2	1	4	1,95	139,04	75,46	71,42	64,22

4	3	1	4	1,95	177,68	116,66	108,11	56,48
4	4	1	4	1,95	54,43	33,59	32,35	22,02
1	1	2	4	1,95	151,72	100,08	95,98	58,81
1	2	2	4	1,95	177,69	94,73	90,49	73,00
1	3	2	4	1,95	166,28	95,85	92,07	69,46
1	4	2	4	1,95	39,82	22,45	20,58	14,92
2	1	3	4	1,95	132,72	81,80	77,81	64,79
2	2	3	4	1,95	121,25	50,96	49,71	40,48
2	3	3	4	1,95	255,15	197,52	189,59	125,06
2	4	3	4	1,95	44,72	26,57	25,08	16,80
3	1	4	4	1,95	139,14	88,77	83,67	66,19
3	2	4	4	1,95	123,57	62,67	59,58	53,06
3	3	4	4	1,95	180,61	136,68	129,93	107,67
3	4	4	4	1,95	39,92	23,68	22,33	13,45

¹ Determinado pelas bases purinas no abomaso.

Tabela 15A – Compostos nitrogenados fecais (CNFe), urinários (CNU) e seu balanço (BN), expressos em g/dia.

AN	QL	P	T	N	CNFe	CNU	BN	BN (% ingerido)
1	1	1	1	0	55,09	105,57	32,96	17,02
1	2	1	1	0	35,86	108,73	37,77	20,71
1	3	1	1	0	51,53	32,60	88,71	51,33
1	4	1	1	0	14,21	42,74	0,32	0,55
4	1	2	1	0	35,41	61,65	59,81	38,13
4	2	2	1	0	36,06	62,48	35,93	26,72
4	3	2	1	0	44,07	62,52	50,64	32,21
4	4	2	1	0	26,66	34,51	46,03	42,94
3	1	3	1	0	37,89	51,03	58,37	39,63
3	2	3	1	0	25,60	45,86	32,37	31,18
3	3	3	1	0	50,17	82,89	55,29	29,36
3	4	3	1	0	22,11	39,26	24,15	28,24
2	1	4	1	0	27,15	55,13	44,26	34,97
2	2	4	1	0	20,91	48,32	67,32	49,30
2	3	4	1	0	79,23	107,73	31,95	14,60
2	4	4	1	0	20,99	44,79	17,55	21,06
2	1	1	2	0,65	48,58	62,54	75,05	40,31
2	2	1	2	0,65	42,26	63,31	42,85	28,87
2	3	1	2	0,65	43,43	52,13	44,67	31,85
2	4	1	2	0,65	14,31	14,78	30,82	51,44
3	1	2	2	0,65	29,94	54,18	52,95	38,63
3	2	2	2	0,65	30,91	49,54	31,78	28,32
3	3	2	2	0,65	50,24	82,22	57,68	30,34
3	4	2	2	0,65	16,82	38,71	14,37	20,56
4	1	3	2	0,65	39,72	67,94	50,27	31,83
4	2	3	2	0,65	32,91	74,94	38,02	26,06
4	3	3	2	0,65	33,08	56,44	62,16	40,98
4	4	3	2	0,65	26,72	54,93	30,58	27,25
1	1	4	2	0,65	42,65	78,24	51,16	29,74
1	2	4	2	0,65	32,15	73,26	71,76	40,50
1	3	4	2	0,65	37,17	79,03	24,49	17,41
1	4	4	2	0,65	11,72	34,27	-6,99	-17,93
3	1	1	3	1,3	34,29	71,75	18,68	14,98
3	2	1	3	1,3	21,63	48,75	54,07	43,44

3	3	1	3	1,3	53,47	75,25	78,10	37,76
3	4	1	3	1,3	16,16	38,00	22,79	29,62
2	1	2	3	1,3	49,10	80,33	37,16	22,31
2	2	2	3	1,3	28,17	70,38	40,01	28,88
2	3	2	3	1,3	60,39	88,83	58,82	28,27
2	4	2	3	1,3	18,75	26,46	8,54	15,89
1	1	3	3	1,3	53,41	97,11	32,56	17,79
1	2	3	3	1,3	42,30	103,55	36,04	19,81
1	3	3	3	1,3	33,01	55,83	65,45	42,42
1	4	3	3	1,3	7,75	38,12	-13,39	-41,21
4	1	4	3	1,3	34,34	58,54	61,03	39,65
4	2	4	3	1,3	24,84	70,82	17,00	15,09
4	3	4	3	1,3	36,84	71,93	50,64	31,77
4	4	4	3	1,3	32,16	44,06	54,52	41,70
4	1	1	4	1,95	40,81	71,70	45,28	28,70
4	2	1	4	1,95	39,53	68,86	30,65	22,04
4	3	1	4	1,95	50,25	57,74	69,68	39,22
4	4	1	4	1,95	12,38	30,61	11,44	21,02
1	1	2	4	1,95	46,31	64,71	40,70	26,83
1	2	2	4	1,95	40,87	98,85	37,97	21,37
1	3	2	4	1,95	48,87	71,40	46,01	27,67
1	4	2	4	1,95	9,13	39,63	-8,94	-22,45
2	1	3	4	1,95	30,66	82,63	19,43	14,64
2	2	3	4	1,95	24,50	55,78	40,97	33,79
2	3	3	4	1,95	75,50	121,40	58,25	22,83
2	4	3	4	1,95	10,02	28,46	6,24	13,95
3	1	4	4	1,95	30,58	80,63	27,93	20,07
3	2	4	4	1,95	27,34	55,74	40,49	32,77
3	3	4	4	1,95	32,66	93,20	54,75	30,31
3	4	4	4	1,95	8,54	15,13	16,25	40,70

Tabela 16A – Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHO) e extrato etéreo (EE) das bactérias isoladas do rúmen.

AN	QL	P	T	N	MS	MO	CHO	EE
1	1	1	1	0	69,26	69,53	7,64	11,04
1	2	1	1	0	68,64	71,78	20,09	12,05
1	3	1	1	0	78,62	82,96	24,39	11,69
1	4	1	1	0	69,06	65,21	10,41	11,39
4	1	2	1	0	72,62	69,54	17,98	9,81
4	2	2	1	0	73,86	66,40	14,36	10,76
4	3	2	1	0	74,56	76,34	23,58	10,48
4	4	2	1	0	78,46	75,87	22,53	11,63
3	1	3	1	0	89,80	77,31	22,61	11,52
3	2	3	1	0	88,36	77,94	26,56	10,59
3	3	3	1	0	87,27	75,62	21,34	10,23
3	4	3	1	0	88,62	75,06	20,79	10,57
2	1	4	1	0	87,60	72,45	20,56	9,11
2	2	4	1	0	87,54	73,08	19,61	9,20
2	3	4	1	0	89,86	76,23	27,25	11,72
2	4	4	1	0	78,71	72,05	17,91	11,20
2	1	1	2	0,65	70,18	69,93	15,97	10,09
2	2	1	2	0,65	69,17	65,98	15,04	9,20

2	3	1	2	0,65	77,56	82,53	19,23	11,61
2	4	1	2	0,65	81,53	81,75	24,85	11,96
3	1	2	2	0,65	66,45	67,41	11,76	10,41
3	2	2	2	0,65	68,91	68,06	15,25	9,03
3	3	2	2	0,65	73,37	66,90	15,12	9,79
3	4	2	2	0,65	73,05	75,73	19,11	7,80
4	1	3	2	0,65	89,74	78,50	25,05	10,00
4	2	3	2	0,65	86,92	71,97	24,40	11,79
4	3	3	2	0,65	90,01	77,77	26,29	10,43
4	4	3	2	0,65	89,25	79,05	22,71	12,17
1	1	4	2	0,65	89,60	77,27	25,02	9,82
1	2	4	2	0,65	89,55	83,00	21,30	9,41
1	3	4	2	0,65	86,72	83,05	25,65	10,04
1	4	4	2	0,65	85,16	77,50	25,80	10,34
3	1	1	3	1,3	71,23	68,38	16,30	10,88
3	2	1	3	1,3	69,84	68,50	18,13	9,22
3	3	1	3	1,3	75,51	72,32	21,81	9,40
3	4	1	3	1,3	70,83	73,12	17,89	10,56
2	1	2	3	1,3	73,91	76,64	21,65	10,85
2	2	2	3	1,3	74,34	66,92	19,48	9,10
2	3	2	3	1,3	77,43	79,58	26,50	11,85
2	4	2	3	1,3	82,05	81,06	28,31	11,81
1	1	3	3	1,3	95,87	76,30	29,44	10,31
1	2	3	3	1,3	90,58	80,82	22,77	11,74
1	3	3	3	1,3	91,12	81,73	20,85	10,05
1	4	3	3	1,3	90,23	79,95	26,44	9,51
4	1	4	3	1,3	85,69	74,10	19,66	12,09
4	2	4	3	1,3	88,66	73,28	25,12	8,67
4	3	4	3	1,3	86,96	77,06	21,93	10,14
4	4	4	3	1,3	87,16	77,57	28,61	9,05
4	1	1	4	1,95	73,42	69,23	19,04	9,84
4	2	1	4	1,95	74,03	66,89	21,68	9,50
4	3	1	4	1,95	72,41	73,82	15,55	11,39
4	4	1	4	1,95	71,44	71,68	21,91	10,18
1	1	2	4	1,95	69,67	67,74	16,42	10,23
1	2	2	4	1,95	71,22	69,68	13,75	11,52
1	3	2	4	1,95	76,43	72,27	20,28	11,83
1	4	2	4	1,95	72,50	73,80	19,71	10,14
2	1	3	4	1,95	89,36	80,22	29,52	9,71
2	2	3	4	1,95	90,87	79,32	28,45	9,32
2	3	3	4	1,95	90,62	79,59	20,76	11,70
2	4	3	4	1,95	77,51	74,61	21,85	10,57
3	1	4	4	1,95	89,88	74,62	19,61	11,90
3	2	4	4	1,95	88,04	75,65	20,58	9,91
3	3	4	4	1,95	89,76	75,97	23,38	11,19
3	4	4	4	1,95	88,59	78,35	23,92	11,39

Tabela 17A – Nitrogênio total (NT), N do ácido ribonucléico (N-RNA) e relação N-RNA: NT das bactérias isoladas do rúmen.

AN	QL	P	T	N	NT ¹	NT ²	N-RNA	N-RNA: NT ¹	N-RNA: NT ²
1	1	1	1	0	8,14	11,70	2,14	26,32	18,30
1	2	1	1	0	6,34	8,84	1,09	17,11	12,28
1	3	1	1	0	7,50	9,04	1,07	14,24	11,81
1	4	1	1	0	6,94	10,65	1,28	18,40	12,00
4	1	2	1	0	6,68	9,60	1,18	17,68	12,29
4	2	2	1	0	6,60	9,95	1,21	18,37	12,20
4	3	2	1	0	6,76	8,86	1,26	18,66	14,24
4	4	2	1	0	6,67	8,79	1,14	17,13	12,99
3	1	3	1	0	6,91	8,94	1,53	22,18	17,15
3	2	3	1	0	6,53	8,37	1,10	16,85	13,14
3	3	3	1	0	7,05	9,32	1,57	22,28	16,85
3	4	3	1	0	6,99	9,32	1,42	20,33	15,26
2	1	4	1	0	6,84	9,45	1,47	21,40	15,51
2	2	4	1	0	7,08	9,69	1,51	21,38	15,62
2	3	4	1	0	5,96	7,82	1,01	16,97	12,93
2	4	4	1	0	6,87	9,54	1,28	18,62	13,42
2	1	1	2	0,65	7,02	10,04	1,43	20,43	14,28
2	2	1	2	0,65	6,68	10,12	1,25	18,68	12,32
2	3	1	2	0,65	8,27	10,02	1,69	20,39	16,82
2	4	1	2	0,65	7,19	8,79	1,09	15,22	12,44
3	1	2	2	0,65	7,24	10,74	1,46	20,20	13,62
3	2	2	2	0,65	7,01	10,29	1,29	18,37	12,50
3	3	2	2	0,65	6,72	10,04	1,21	18,02	12,06
3	4	2	2	0,65	7,81	10,31	1,45	18,59	14,08
4	1	3	2	0,65	6,95	8,86	1,38	19,82	15,56
4	2	3	2	0,65	5,73	7,96	1,54	26,86	19,33
4	3	3	2	0,65	6,57	8,45	1,07	16,28	12,66
4	4	3	2	0,65	7,07	8,94	1,41	19,96	15,78
1	1	4	2	0,65	6,79	8,79	1,55	22,90	17,69
1	2	4	2	0,65	8,37	10,08	1,72	20,61	17,11
1	3	4	2	0,65	7,58	9,12	1,64	21,68	18,01
1	4	4	2	0,65	6,62	8,54	1,04	15,77	12,22
3	1	1	3	1,3	6,59	9,64	1,55	23,48	16,05
3	2	1	3	1,3	6,58	9,61	1,24	18,78	12,86
3	3	1	3	1,3	6,58	9,10	1,10	16,72	12,09
3	4	1	3	1,3	7,15	9,77	1,31	18,29	13,37
2	1	2	3	1,3	7,06	9,21	1,16	16,39	12,56
2	2	2	3	1,3	6,13	9,17	1,42	23,20	15,52
2	3	2	3	1,3	6,60	8,29	1,40	21,21	16,88
2	4	2	3	1,3	6,55	8,08	1,13	17,23	13,97
1	1	3	3	1,3	5,85	7,66	1,24	21,27	16,22
1	2	3	3	1,3	7,41	9,17	1,25	16,88	13,64
1	3	3	3	1,3	8,13	9,95	1,32	16,28	13,31
1	4	3	3	1,3	7,04	8,81	1,07	15,13	12,10
4	1	4	3	1,3	6,77	9,14	1,42	20,91	15,49
4	2	4	3	1,3	6,32	8,62	1,35	21,32	15,62
4	3	4	3	1,3	7,20	9,34	1,69	23,51	18,12
4	4	4	3	1,3	6,39	8,23	1,01	15,85	12,30
4	1	1	4	1,95	6,46	9,33	1,54	23,86	16,52
4	2	1	4	1,95	5,71	8,54	1,16	20,37	13,62
4	3	1	4	1,95	7,50	10,16	1,95	26,01	19,20

4	4	1	4	1,95	6,33	8,84	1,06	16,81	12,05
1	1	2	4	1,95	6,58	9,71	1,36	20,61	13,96
1	2	2	4	1,95	7,11	10,20	1,58	22,29	15,53
1	3	2	4	1,95	6,42	8,89	1,12	17,42	12,59
1	4	2	4	1,95	7,03	9,53	1,17	16,65	12,29
2	1	3	4	1,95	6,56	8,18	1,26	19,23	15,43
2	2	3	4	1,95	6,65	8,38	1,03	15,47	12,27
2	3	3	4	1,95	7,54	9,47	1,77	23,52	18,72
2	4	3	4	1,95	6,75	9,05	1,14	16,86	12,58
3	1	4	4	1,95	6,90	9,24	1,41	20,45	15,26
3	2	4	4	1,95	7,23	9,55	1,41	19,48	14,73
3	3	4	4	1,95	6,62	8,72	1,57	23,63	17,95
3	4	4	4	1,95	6,89	8,79	1,18	17,12	13,41

¹ Expresso em % da MS.

² Expresso em % da MO.

Tabela 18A – Matéria orgânica degradada no rúmen (MODR) e carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), expressos em Kg/dia e matéria seca microbiana presente no abomaso (MSMIC), expressa em g/dia.

AN	QL	P	T	N	MODR	CHODR	MSMIC
1	1	1	1	0	4,42	4,11	1177,12
1	2	1	1	0	5,08	4,50	1124,44
1	3	1	1	0	4,22	3,87	790,98
1	4	1	1	0	1,76	1,63	461,25
4	1	2	1	0	4,49	4,08	1193,76
4	2	2	1	0	3,83	3,48	852,64
4	3	2	1	0	4,00	3,87	1208,53
4	4	2	1	0	2,90	2,71	648,54
3	1	3	1	0	4,43	4,07	956,15
3	2	3	1	0	3,13	2,95	1090,17
3	3	3	1	0	4,53	4,41	1672,57
3	4	3	1	0	2,51	2,32	628,29
2	1	4	1	0	3,92	3,55	838,76
2	2	4	1	0	4,83	4,26	599,42
2	3	4	1	0	5,37	5,49	2811,56
2	4	4	1	0	2,39	2,22	579,36
2	1	1	2	0,65	4,51	4,04	979,98
2	2	1	2	0,65	3,47	3,11	964,73
2	3	1	2	0,65	2,85	2,96	870,67
2	4	1	2	0,65	1,34	1,35	482,68
3	1	2	2	0,65	4,08	3,74	903,30
3	2	2	2	0,65	3,19	3,01	889,78
3	3	2	2	0,65	3,69	3,53	1203,38
3	4	2	2	0,65	2,04	1,90	328,45
4	1	3	2	0,65	4,53	4,12	1027,27
4	2	3	2	0,65	4,05	3,66	1107,40
4	3	3	2	0,65	4,39	4,06	1100,28
4	4	3	2	0,65	3,11	2,89	776,34
1	1	4	2	0,65	5,03	4,49	1204,26
1	2	4	2	0,65	5,61	5,03	841,98
1	3	4	2	0,65	3,83	3,57	1139,24
1	4	4	2	0,65	1,43	1,36	353,92

3	1	1	3	1,3	2,95	2,77	1003,76
3	2	1	3	1,3	3,00	2,71	939,20
3	3	1	3	1,3	4,46	4,18	1524,26
3	4	1	3	1,3	2,17	2,01	559,97
2	1	2	3	1,3	4,21	3,89	1234,24
2	2	2	3	1,3	4,12	3,57	641,48
2	3	2	3	1,3	4,36	4,56	1997,04
2	4	2	3	1,3	1,18	1,20	346,68
1	1	3	3	1,3	4,38	3,86	1531,90
1	2	3	3	1,3	5,18	4,73	1181,89
1	3	3	3	1,3	4,48	3,92	694,67
1	4	3	3	1,3	0,98	0,92	252,27
4	1	4	3	1,3	4,70	4,15	859,37
4	2	4	3	1,3	3,13	2,80	799,70
4	3	4	3	1,3	4,53	4,07	1146,84
4	4	4	3	1,3	3,41	3,14	900,60
4	1	1	4	1,95	3,21	2,96	876,07
4	2	1	4	1,95	3,45	3,05	1124,11
4	3	1	4	1,95	4,31	3,94	753,08
4	4	1	4	1,95	1,51	1,37	347,65
1	1	2	4	1,95	4,15	3,84	894,44
1	2	2	4	1,95	5,32	4,80	1027,19
1	3	2	4	1,95	4,13	3,68	1081,14
1	4	2	4	1,95	1,31	1,20	212,24
2	1	3	4	1,95	3,63	3,32	987,68
2	2	3	4	1,95	3,52	3,06	608,94
2	3	3	4	1,95	6,75	6,45	1658,66
2	4	3	4	1,95	1,39	1,28	251,72
3	1	4	4	1,95	4,08	3,76	959,42
3	2	4	4	1,95	3,84	3,44	734,36
3	3	4	4	1,95	5,06	4,69	1625,38
3	4	4	4	1,95	1,36	1,26	195,28

Tabela 19A – Eficiência microbiana expressa em g Nmic/Kg MODR (1), g Nmic/Kg CHODR (2), g MSmic/Kg CHODR (3) e g PBmic/100g NDT (4).

AN	QL	P	T	N	1	2	3	4
1	1	1	1	0	21,67	23,31	286,45	9,31
1	2	1	1	0	14,02	15,86	250,05	7,02
1	3	1	1	0	14,06	15,34	204,55	6,93
1	4	1	1	0	18,25	19,70	283,66	9,06
4	1	2	1	0	17,76	19,56	292,88	8,78
4	2	2	1	0	14,71	16,18	245,01	7,36
4	3	2	1	0	20,42	21,11	312,10	9,36
4	4	2	1	0	14,90	15,99	239,63	7,18
3	1	3	1	0	14,90	16,23	234,98	7,66
3	2	3	1	0	22,73	24,15	370,10	11,71
3	3	3	1	0	26,03	27,14	379,27	10,92
3	4	3	1	0	17,53	18,97	271,27	8,49
2	1	4	1	0	14,65	16,15	235,96	7,46
2	2	4	1	0	8,78	9,97	140,76	4,69
2	3	4	1	0	31,20	30,55	512,49	14,30
2	4	4	1	0	17,36	18,69	260,97	8,24

2	1	1	2	0,65	15,26	17,02	242,44	7,13
2	2	1	2	0,65	18,55	20,72	310,27	8,66
2	3	1	2	0,65	25,25	24,33	294,17	11,12
2	4	1	2	0,65	25,92	25,73	357,83	11,82
3	1	2	2	0,65	16,04	17,50	241,82	7,97
3	2	2	2	0,65	19,52	20,69	295,38	10,11
3	3	2	2	0,65	21,91	22,91	340,90	7,39
3	4	2	2	0,65	12,56	13,48	172,53	5,85
4	1	3	2	0,65	15,75	17,33	249,23	7,94
4	2	3	2	0,65	15,64	17,33	302,65	7,46
4	3	3	2	0,65	16,48	17,81	271,13	8,03
4	4	3	2	0,65	17,62	18,99	268,70	8,49
1	1	4	2	0,65	16,25	18,21	268,13	8,03
1	2	4	2	0,65	12,56	14,01	167,43	6,49
1	3	4	2	0,65	22,54	24,19	319,31	11,12
1	4	4	2	0,65	16,33	17,27	260,94	8,28
3	1	1	3	1,3	22,45	23,91	362,70	10,43
3	2	1	3	1,3	20,59	22,86	347,20	9,43
3	3	1	3	1,3	22,48	23,99	364,66	9,02
3	4	1	3	1,3	18,40	19,93	278,85	8,83
2	1	2	3	1,3	20,69	22,41	317,37	9,80
2	2	2	3	1,3	9,56	11,03	179,82	4,78
2	3	2	3	1,3	30,22	28,86	437,59	12,30
2	4	2	3	1,3	19,31	18,93	289,00	8,42
1	1	3	3	1,3	20,47	23,19	396,69	9,46
1	2	3	3	1,3	16,91	18,49	249,64	8,41
1	3	3	3	1,3	12,60	14,43	177,37	6,19
1	4	3	3	1,3	18,18	19,38	275,29	7,74
4	1	4	3	1,3	12,38	14,03	207,04	6,55
4	2	4	3	1,3	16,14	18,07	285,99	7,59
4	3	4	3	1,3	18,24	20,30	282,03	8,84
4	4	4	3	1,3	16,89	18,33	287,05	8,15
4	1	1	4	1,95	17,60	19,10	295,81	7,52
4	2	1	4	1,95	18,60	21,03	368,10	9,56
4	3	1	4	1,95	13,09	14,34	191,20	6,57
4	4	1	4	1,95	14,62	16,02	252,97	6,62
1	1	2	4	1,95	14,18	15,31	232,82	7,38
1	2	2	4	1,95	13,71	15,21	213,97	7,09
1	3	2	4	1,95	16,83	18,86	293,59	7,91
1	4	2	4	1,95	11,42	12,49	177,58	5,54
2	1	3	4	1,95	17,85	19,53	297,64	8,49
2	2	3	4	1,95	11,50	13,23	199,05	5,56
2	3	3	4	1,95	18,52	19,39	257,16	9,54
2	4	3	4	1,95	12,01	13,04	196,66	5,76
3	1	4	4	1,95	16,23	17,61	255,30	8,10
3	2	4	4	1,95	13,82	15,44	213,76	7,41
3	3	4	4	1,95	21,28	22,96	346,56	9,57
3	4	4	4	1,95	9,91	10,67	154,99	5,11

Tabela 20A – Compostos nitrogenados microbianos, expressos em g N/dia, determinados pelos derivados de purinas na urina, utilizando duas equações distintas, Verbic et al. (1990) (1) e Orellana Boero et al. (2001) (2) em coleta de urina em 24 horas, e por meio da coleta *spot* de urina (3).

AN	QL	P	T	N	1	2	3
1	1	1	1	0	86,93	96,62	94,70
1	2	1	1	0	73,53	84,18	93,97
1	3	1	1	0	44,55	52,36	70,44
1	4	1	1	0	39,74	46,11	38,06
4	1	2	1	0	76,71	84,74	64,77
4	2	2	1	0	46,07	54,39	71,68
4	3	2	1	0	75,26	84,69	75,47
4	4	2	1	0	40,70	47,06	28,82
3	1	3	1	0	54,56	63,27	50,84
3	2	3	1	0	79,12	86,72	40,21
3	3	3	1	0	123,46	134,40	101,71
3	4	3	1	0	44,06	51,29	37,77
2	1	4	1	0	58,26	67,73	62,70
2	2	4	1	0	58,79	67,42	54,25
2	3	4	1	0	153,06	165,76	100,07
2	4	4	1	0	41,50	48,15	34,88
2	1	1	2	0,65	50,46	58,71	57,56
2	2	1	2	0,65	67,86	75,39	87,79
2	3	1	2	0,65	57,29	66,88	60,31
2	4	1	2	0,65	30,43	34,83	35,36
3	1	2	2	0,65	62,76	70,95	63,23
3	2	2	2	0,65	65,41	72,34	38,98
3	3	2	2	0,65	83,87	93,49	77,92
3	4	2	2	0,65	26,76	33,31	18,69
4	1	3	2	0,65	96,44	104,75	62,57
4	2	3	2	0,65	55,50	63,81	52,92
4	3	3	2	0,65	71,73	81,04	117,78
4	4	3	2	0,65	57,74	64,41	50,96
1	1	4	2	0,65	100,93	111,14	59,35
1	2	4	2	0,65	69,53	80,27	85,80
1	3	4	2	0,65	110,37	119,02	80,19
1	4	4	2	0,65	26,40	31,79	12,35
3	1	1	3	1,3	67,00	75,19	77,67
3	2	1	3	1,3	69,58	76,40	77,86
3	3	1	3	1,3	115,74	125,53	104,43
3	4	1	3	1,3	32,32	39,03	31,60
2	1	2	3	1,3	86,20	95,42	68,21
2	2	2	3	1,3	75,49	83,59	52,08
2	3	2	3	1,3	103,28	114,25	105,44
2	4	2	3	1,3	15,41	19,49	17,84
1	1	3	3	1,3	114,25	124,51	57,71
1	2	3	3	1,3	95,28	106,38	102,36
1	3	3	3	1,3	66,59	74,76	87,65
1	4	3	3	1,3	23,48	29,11	17,35
4	1	4	3	1,3	81,43	90,11	46,62
4	2	4	3	1,3	47,20	55,78	63,87
4	3	4	3	1,3	80,94	90,78	100,41

4	4	4	3	1,3	55,38	62,52	73,22
4	1	1	4	1,95	56,88	64,01	52,13
4	2	1	4	1,95	70,40	78,34	70,03
4	3	1	4	1,95	71,57	80,33	99,14
4	4	1	4	1,95	24,85	30,58	34,34
1	1	2	4	1,95	51,38	60,47	27,47
1	2	2	4	1,95	68,46	78,83	93,53
1	3	2	4	1,95	78,05	86,14	66,96
1	4	2	4	1,95	17,05	22,70	15,61
2	1	3	4	1,95	60,60	69,56	55,87
2	2	3	4	1,95	71,18	79,30	61,05
2	3	3	4	1,95	95,78	107,11	84,66
2	4	3	4	1,95	16,69	22,67	14,30
3	1	4	4	1,95	61,92	70,75	59,07
3	2	4	4	1,95	48,57	55,79	48,76
3	3	4	4	1,95	110,96	121,56	83,21
3	4	4	4	1,95	8,18	14,73	10,78

Tabela 21A – Volume urinário (VUR), em l/dia; derivados de purinas na urina expressos em quantidades de alantóina (ALA), ácido úrico (AcU) e purinas totais (PUR) e purinas microbianas absorvidas (PUab) em mmol/dia, obtidos pela coleta de urina em 24 horas.

AN	QL	P	T	N	VUR	ALA	AcU	PUR	PUab
1	1	1	1	0	8,70	138,68	16,29	154,96	145,54
1	2	1	1	0	7,80	130,50	9,42	139,92	123,11
1	3	1	1	0	3,00	82,99	6,68	89,68	74,58
1	4	1	1	0	3,30	71,29	6,54	77,83	66,53
4	1	2	1	0	10,30	119,86	14,99	134,85	128,43
4	2	2	1	0	4,20	82,99	10,60	93,59	77,13
4	3	2	1	0	5,20	125,36	12,56	137,92	126,00
4	4	2	1	0	3,80	71,92	7,21	79,12	68,14
3	1	3	1	0	4,90	96,18	10,56	106,74	91,35
3	2	3	1	0	4,50	125,67	10,95	136,63	132,47
3	3	3	1	0	6,20	190,03	19,84	209,87	206,70
3	4	3	1	0	14,20	78,88	8,03	86,90	73,76
2	1	4	1	0	7,80	108,23	6,36	114,59	97,54
2	2	4	1	0	4,30	100,83	11,45	112,28	98,43
2	3	4	1	0	9,40	232,39	24,69	257,08	256,25
2	4	4	1	0	7,10	74,03	7,26	81,28	69,48
2	1	1	2	0,65	7,90	93,66	10,40	104,06	88,44
2	2	1	2	0,65	4,50	113,03	13,45	126,48	118,92
2	3	1	2	0,65	7,20	110,66	8,35	119,00	100,41
2	4	1	2	0,65	1,90	57,90	2,67	60,57	53,33
3	1	2	2	0,65	4,00	113,12	8,50	121,62	109,98
3	2	2	2	0,65	4,20	109,55	11,13	120,68	114,62
3	3	2	2	0,65	6,00	139,90	17,61	157,51	146,98
3	4	2	2	0,65	14,00	56,71	6,70	63,41	46,89
4	1	3	2	0,65	12,00	158,87	11,85	170,72	169,02
4	2	3	2	0,65	5,20	103,21	8,38	111,59	97,26
4	3	3	2	0,65	4,30	125,38	13,42	138,80	125,70
4	4	3	2	0,65	5,80	100,86	7,78	108,63	101,18
1	1	4	2	0,65	8,10	171,79	12,57	184,37	176,88
1	2	4	2	0,65	6,60	133,31	7,69	141,01	121,86

1	3	4	2	0,65	7,30	176,30	15,83	192,13	193,43
1	4	4	2	0,65	4,70	53,87	4,65	58,52	46,27
3	1	1	3	1,3	4,80	111,08	13,19	124,27	114,24
3	2	1	3	1,3	3,70	112,76	10,12	122,88	118,64
3	3	1	3	1,3	6,70	185,06	13,63	198,69	197,34
3	4	1	3	1,3	19,20	64,92	5,17	70,09	55,10
2	1	2	3	1,3	7,60	144,84	10,23	155,07	146,97
2	2	2	3	1,3	4,40	124,04	11,82	135,86	128,71
2	3	2	3	1,3	5,40	170,73	14,77	185,50	176,10
2	4	2	3	1,3	3,60	33,51	3,13	36,64	26,28
1	1	3	3	1,3	10,00	186,18	12,14	198,32	194,80
1	2	3	3	1,3	7,90	164,08	10,64	174,72	162,45
1	3	3	3	1,3	7,20	114,77	8,87	123,64	113,54
1	4	3	3	1,3	4,20	50,90	2,79	53,69	40,03
4	1	4	3	1,3	9,40	134,97	11,38	146,36	138,84
4	2	4	3	1,3	6,00	91,69	6,20	97,88	80,49
4	3	4	3	1,3	5,30	137,31	12,61	149,92	138,01
4	4	4	3	1,3	4,80	96,53	7,54	104,07	94,43
4	1	1	4	1,95	10,70	95,85	13,12	108,97	99,55
4	2	1	4	1,95	3,70	122,50	9,03	131,53	123,20
4	3	1	4	1,95	3,10	127,41	8,89	136,31	125,25
4	4	1	4	1,95	2,70	53,83	3,65	57,48	43,49
1	1	2	4	1,95	8,50	98,54	9,88	108,42	89,92
1	2	2	4	1,95	6,10	128,04	9,87	137,91	119,81
1	3	2	4	1,95	5,00	134,59	8,54	143,13	136,60
1	4	2	4	1,95	13,40	41,48	4,43	45,92	29,84
2	1	3	4	1,95	6,90	111,20	10,04	121,24	106,06
2	2	3	4	1,95	4,10	124,77	8,57	133,33	124,58
2	3	3	4	1,95	8,10	159,35	21,57	180,92	167,63
2	4	3	4	1,95	10,43	42,75	3,89	46,64	29,22
3	1	4	4	1,95	6,30	108,17	14,49	122,66	108,37
3	2	4	4	1,95	5,30	86,34	10,98	97,32	85,00
3	3	4	4	1,95	7,00	188,12	11,96	200,08	194,19
3	4	4	4	1,95	15,20	32,94	3,58	36,52	14,32

Tabela 22A – Volume urinário estimado (VUR), em l/dia; derivados de purinas na urina expressos em quantidades de alantoína (ALA), ácido úrico (AcU) e purinas totais (PUR) e purinas microbianas absorvidas (PUab) em mmol/dia, estimadas pela coleta de urina spot.

AN	QL	P	T	N	VUR	ALA	AcU	PUR	PUab
1	1	1	1	0	6,51	149,68	16,34	166,02	158,55
1	2	1	1	0	12,67	160,28	8,72	169,01	157,33
1	3	1	1	0	5,64	116,68	9,85	126,53	117,94
1	4	1	1	0	4,57	70,10	5,33	75,44	63,72
4	1	2	1	0	22,24	112,08	5,78	117,85	108,44
4	2	2	1	0	11,56	122,36	7,68	130,04	120,01
4	3	2	1	0	5,79	126,21	12,00	138,22	126,35
4	4	2	1	0	14,89	58,66	3,55	62,21	48,25
3	1	3	1	0	4,92	89,65	11,79	101,45	85,12
3	2	3	1	0	18,64	72,87	8,38	81,24	67,32
3	3	3	1	0	6,85	164,64	14,28	178,92	170,28
3	4	3	1	0	23,43	70,99	6,96	77,95	63,23
2	1	4	1	0	9,09	111,80	9,12	120,92	104,98

2	2	4	1	0	7,64	97,32	8,49	105,81	90,82
2	3	4	1	0	12,31	168,15	13,53	181,68	167,55
2	4	4	1	0	14,30	66,58	5,28	71,87	58,40
2	1	1	2	0,65	26,59	106,84	7,79	114,63	100,87
2	2	1	2	0,65	5,08	139,07	17,10	156,17	153,86
2	3	1	2	0,65	31,91	113,93	9,56	123,49	105,69
2	4	1	2	0,65	3,64	60,33	7,59	67,93	61,97
3	1	2	2	0,65	9,02	110,08	12,25	122,33	110,82
3	2	2	2	0,65	17,95	76,44	4,88	81,32	68,31
3	3	2	2	0,65	8,05	137,47	11,18	148,65	136,56
3	4	2	2	0,65	28,70	48,90	2,50	51,40	32,76
4	1	3	2	0,65	14,96	110,37	9,89	120,26	109,65
4	2	3	2	0,65	5,38	99,51	8,26	107,76	92,75
4	3	3	2	0,65	7,84	190,69	16,71	207,40	206,41
4	4	3	2	0,65	4,41	87,66	10,88	98,54	89,31
1	1	4	2	0,65	13,85	115,52	6,90	122,42	104,01
1	2	4	2	0,65	9,30	155,97	9,26	165,24	150,36
1	3	4	2	0,65	6,86	132,34	14,84	147,18	140,54
1	4	4	2	0,65	10,05	35,53	2,06	37,59	21,65
3	1	1	3	1,3	8,77	126,75	12,98	139,73	132,44
3	2	1	3	1,3	6,55	123,09	11,79	134,88	132,76
3	3	1	3	1,3	6,81	169,52	12,79	182,30	178,06
3	4	1	3	1,3	35,81	64,09	4,97	69,06	53,89
2	1	2	3	1,3	46,27	117,83	11,18	129,01	116,31
2	2	2	3	1,3	7,54	96,29	5,64	101,93	88,79
2	3	2	3	1,3	10,07	166,20	22,43	188,63	179,78
2	4	2	3	1,3	4,13	35,32	4,83	40,16	30,41
1	1	3	3	1,3	17,42	107,49	8,89	116,38	98,40
1	2	3	3	1,3	13,87	173,52	11,47	185,00	174,54
1	3	3	3	1,3	8,16	143,37	10,79	154,16	149,45
1	4	3	3	1,3	9,17	42,49	2,33	44,81	29,59
4	1	4	3	1,3	18,74	88,05	7,86	95,91	79,50
4	2	4	3	1,3	7,02	113,47	8,57	122,04	108,90
4	3	4	3	1,3	8,95	165,43	12,70	178,13	171,20
4	4	4	3	1,3	8,07	117,64	12,28	129,92	124,84
4	1	1	4	1,95	9,08	96,53	5,38	101,91	91,24
4	2	1	4	1,95	5,71	124,02	6,96	130,98	122,55
4	3	1	4	1,95	4,48	157,55	19,77	177,33	173,51
4	4	1	4	1,95	4,39	65,01	6,58	71,59	60,09
1	1	2	4	1,95	17,88	66,95	5,90	72,84	48,07
1	2	2	4	1,95	8,94	163,28	11,93	175,20	163,69
1	3	2	4	1,95	6,17	115,98	10,66	126,64	117,19
1	4	2	4	1,95	6,87	40,74	3,03	43,77	27,31
2	1	3	4	1,95	41,60	102,29	11,91	114,20	97,78
2	2	3	4	1,95	10,86	104,71	13,55	118,26	106,84
2	3	3	4	1,95	15,29	149,69	14,68	164,37	148,16
2	4	3	4	1,95	4,08	30,81	4,16	34,97	25,03
3	1	4	4	1,95	10,53	108,24	10,18	118,42	103,38
3	2	4	4	1,95	24,08	87,51	10,09	97,60	85,33
3	3	4	4	1,95	8,97	148,56	10,24	158,80	145,63
3	4	4	4	1,95	35,64	37,24	3,14	40,39	18,86

Tabela 23A – Concentração de compostos nitrogenados amoniacais (N-NH₃), expressa em mg/dL, e pH ruminais determinados nos diferentes tempos de coleta (H).

QL	AN	H	P	T	N	NH ₃	pH
1	1	0	1	1	0	10,98	6,95
1	1	2	1	1	0	19,21	6,19
1	1	4	1	1	0	11,44	5,84
1	1	6	1	1	0	10,43	5,89
1	1	8	1	1	0	10,26	6,28
2	1	0	1	1	0	15,44	6,66
2	1	2	1	1	0	28,82	6,38
2	1	4	1	1	0	25,41	5,59
2	1	6	1	1	0	21,20	5,45
2	1	8	1	1	0	11,61	5,51
3	1	0	1	1	0	4,97	6,66
3	1	2	1	1	0	9,09	5,34
3	1	4	1	1	0	7,89	5,32
3	1	6	1	1	0	8,41	5,45
3	1	8	1	1	0	9,93	5,49
4	1	0	1	1	0	8,58	6,95
4	1	2	1	1	0	13,55	6,62
4	1	4	1	1	0	12,11	6,45
4	1	6	1	1	0	5,72	6,27
4	1	8	1	1	0	3,37	6,22
1	4	0	2	1	0	7,07	6,94
1	4	2	2	1	0	24,23	6,49
1	4	4	2	1	0	15,95	5,79
1	4	6	2	1	0	12,01	5,95
1	4	8	2	1	0	8,58	5,82
2	4	0	2	1	0	5,38	6,93
2	4	2	2	1	0	13,26	6,80
2	4	4	2	1	0	8,92	6,24
2	4	6	2	1	0	3,09	6,68
2	4	8	2	1	0	2,74	6,55
3	4	0	2	1	0	5,72	6,53
3	4	2	2	1	0	14,47	6,25
3	4	4	2	1	0	9,09	5,58
3	4	6	2	1	0	6,86	5,66
3	4	8	2	1	0	5,15	5,41
4	4	0	2	1	0	10,43	6,57
4	4	2	2	1	0	10,43	6,65
4	4	4	2	1	0	14,58	6,15
4	4	6	2	1	0	9,95	6,35
4	4	8	2	1	0	8,23	6,20
1	3	0	3	1	0	10,46	7,22
1	3	2	3	1	0	19,04	7,02
1	3	4	3	1	0	14,75	6,25
1	3	6	3	1	0	5,66	5,92
1	3	8	3	1	0	2,92	5,80
2	3	0	3	1	0	8,06	6,92
2	3	2	3	1	0	15,61	6,58
2	3	4	3	1	0	16,47	6,18
2	3	6	3	1	0	5,49	6,05
2	3	8	3	1	0	3,09	6,35

3	3	0	3	1	0	7,03	6,78
3	3	2	3	1	0	18,70	6,62
3	3	4	3	1	0	15,78	5,61
3	3	6	3	1	0	10,64	5,65
3	3	8	3	1	0	6,35	5,87
4	3	0	3	1	0	13,38	6,52
4	3	2	3	1	0	9,44	6,81
4	3	4	3	1	0	6,69	6,81
4	3	6	3	1	0	7,89	6,74
4	3	8	3	1	0	9,78	6,45
1	2	0	4	1	0	5,55	6,73
1	2	2	4	1	0	20,19	6,17
1	2	4	4	1	0	7,21	6,15
1	2	6	4	1	0	6,52	5,97
1	2	8	4	1	0	7,07	6,09
2	2	0	4	1	0	9,09	6,75
2	2	2	4	1	0	27,59	6,19
2	2	4	4	1	0	14,24	5,93
2	2	6	4	1	0	12,01	5,81
2	2	8	4	1	0	9,93	5,88
3	2	0	4	1	0	11,78	6,83
3	2	2	4	1	0	20,19	6,61
3	2	4	4	1	0	9,09	6,03
3	2	6	4	1	0	3,09	5,95
3	2	8	4	1	0	5,05	5,78
4	2	0	4	1	0	10,67	6,68
4	2	2	4	1	0	11,29	6,69
4	2	4	4	1	0	9,26	6,47
4	2	6	4	1	0	7,55	6,45
4	2	8	4	1	0	6,06	6,29
1	2	0	1	2	0,65	6,52	6,73
1	2	2	1	2	0,65	23,85	6,67
1	2	4	1	2	0,65	19,52	5,94
1	2	6	1	2	0,65	7,40	5,84
1	2	8	1	2	0,65	6,23	5,74
2	2	0	1	2	0,65	8,41	6,81
2	2	2	1	2	0,65	29,16	6,47
2	2	4	1	2	0,65	21,54	5,91
2	2	6	1	2	0,65	10,10	6,05
2	2	8	1	2	0,65	7,74	6,00
3	2	0	1	2	0,65	6,18	6,79
3	2	2	1	2	0,65	24,70	5,51
3	2	4	1	2	0,65	12,96	5,04
3	2	6	1	2	0,65	10,77	5,05
3	2	8	1	2	0,65	8,41	5,15
4	2	0	1	2	0,65	18,70	6,20
4	2	2	1	2	0,65	30,36	5,65
4	2	4	1	2	0,65	26,75	5,41
4	2	6	1	2	0,65	18,84	5,70
4	2	8	1	2	0,65	18,51	5,64
1	3	0	2	2	0,65	7,40	6,96
1	3	2	2	2	0,65	26,42	6,78
1	3	4	2	2	0,65	14,92	5,93
1	3	6	2	2	0,65	8,23	5,78
1	3	8	2	2	0,65	3,43	5,82
2	3	0	2	2	0,65	5,22	6,60

2	3	2	2	2	0,65	25,07	6,53
2	3	4	2	2	0,65	15,61	5,45
2	3	6	2	2	0,65	12,01	5,68
2	3	8	2	2	0,65	7,55	5,70
3	3	0	2	2	0,65	5,89	6,75
3	3	2	2	2	0,65	28,77	6,65
3	3	4	2	2	0,65	14,41	6,27
3	3	6	2	2	0,65	8,41	5,93
3	3	8	2	2	0,65	4,80	5,93
4	3	0	2	2	0,65	11,10	6,42
4	3	2	2	2	0,65	9,76	6,75
4	3	4	2	2	0,65	10,64	6,67
4	3	6	2	2	0,65	10,29	6,76
4	3	8	2	2	0,65	3,77	6,36
1	4	0	3	2	0,65	6,86	7,10
1	4	2	3	2	0,65	24,70	6,93
1	4	4	3	2	0,65	17,50	6,18
1	4	6	3	2	0,65	6,35	6,18
1	4	8	3	2	0,65	3,43	6,16
2	4	0	3	2	0,65	8,23	7,07
2	4	2	3	2	0,65	17,50	6,94
2	4	4	3	2	0,65	17,16	6,81
2	4	6	3	2	0,65	9,95	6,64
2	4	8	3	2	0,65	6,86	6,65
3	4	0	3	2	0,65	5,15	6,72
3	4	2	3	2	0,65	31,22	6,42
3	4	4	3	2	0,65	11,49	5,82
3	4	6	3	2	0,65	6,86	5,72
3	4	8	3	2	0,65	4,01	5,59
4	4	0	3	2	0,65	8,92	6,76
4	4	2	3	2	0,65	14,58	6,68
4	4	4	3	2	0,65	12,69	6,57
4	4	6	3	2	0,65	7,03	6,47
4	4	8	3	2	0,65	10,12	6,55
1	1	0	4	2	0,65	4,88	7,11
1	1	2	4	2	0,65	32,98	6,85
1	1	4	4	2	0,65	13,04	6,37
1	1	6	4	2	0,65	6,52	5,98
1	1	8	4	2	0,65	4,04	6,07
2	1	0	4	2	0,65	9,42	6,35
2	1	2	4	2	0,65	9,93	6,56
2	1	4	4	2	0,65	9,95	6,19
2	1	6	4	2	0,65	13,04	5,71
2	1	8	4	2	0,65	5,89	5,75
3	1	0	4	2	0,65	6,90	6,78
3	1	2	4	2	0,65	33,48	6,46
3	1	4	4	2	0,65	16,47	5,71
3	1	6	4	2	0,65	11,49	5,43
3	1	8	4	2	0,65	9,59	5,28
4	1	0	4	2	0,65	15,82	6,18
4	1	2	4	2	0,65	21,54	6,51
4	1	4	4	2	0,65	12,52	6,06
4	1	6	4	2	0,65	9,95	5,93
4	1	8	4	2	0,65	11,61	5,99
1	3	0	1	3	1,3	12,01	6,85
1	3	2	1	3	1,3	29,51	6,86

1	3	4	1	3	1,3	29,95	6,67
1	3	6	1	3	1,3	35,00	6,12
1	3	8	1	3	1,3	16,83	5,92
2	3	0	1	3	1,3	5,66	6,87
2	3	2	1	3	1,3	19,56	6,74
2	3	4	1	3	1,3	16,49	6,04
2	3	6	1	3	1,3	7,91	5,80
2	3	8	1	3	1,3	6,90	5,92
3	3	0	1	3	1,3	7,72	6,65
3	3	2	1	3	1,3	16,64	6,73
3	3	4	1	3	1,3	23,72	6,18
3	3	6	1	3	1,3	18,51	6,02
3	3	8	1	3	1,3	11,61	5,74
4	3	0	1	3	1,3	14,75	6,57
4	3	2	1	3	1,3	32,77	6,75
4	3	4	1	3	1,3	31,63	6,59
4	3	6	1	3	1,3	21,87	6,44
4	3	8	1	3	1,3	19,52	6,37
1	2	0	2	3	1,3	2,69	6,48
1	2	2	2	3	1,3	27,09	6,70
1	2	4	2	3	1,3	19,73	5,80
1	2	6	2	3	1,3	9,78	6,19
1	2	8	2	3	1,3	4,80	5,84
2	2	0	2	3	1,3	5,05	6,73
2	2	2	2	3	1,3	30,62	6,92
2	2	4	2	3	1,3	26,08	6,42
2	2	6	2	3	1,3	10,81	6,65
2	2	8	2	3	1,3	5,15	6,25
3	2	0	2	3	1,3	2,36	6,63
3	2	2	2	3	1,3	40,38	6,73
3	2	4	2	3	1,3	16,30	6,24
3	2	6	2	3	1,3	6,86	6,07
3	2	8	2	3	1,3	3,43	5,90
4	2	0	2	3	1,3	9,76	6,74
4	2	2	2	3	1,3	28,94	6,92
4	2	4	2	3	1,3	17,67	6,44
4	2	6	2	3	1,3	10,29	6,54
4	2	8	2	3	1,3	12,18	6,20
1	1	0	3	3	1,3	5,49	6,87
1	1	2	3	3	1,3	34,82	7,02
1	1	4	3	3	1,3	25,39	6,60
1	1	6	3	3	1,3	12,69	5,94
1	1	8	3	3	1,3	4,97	5,88
2	1	0	3	3	1,3	5,49	6,22
2	1	2	3	3	1,3	7,55	6,50
2	1	4	3	3	1,3	19,39	6,31
2	1	6	3	3	1,3	27,10	5,81
2	1	8	3	3	1,3	15,78	5,57
3	1	0	3	3	1,3	3,60	7,22
3	1	2	3	3	1,3	31,74	6,72
3	1	4	3	3	1,3	26,76	5,24
3	1	6	3	3	1,3	19,21	5,34
3	1	8	3	3	1,3	5,83	5,40
4	1	0	3	3	1,3	10,81	6,56
4	1	2	3	3	1,3	28,99	6,84
4	1	4	3	3	1,3	17,16	6,51

4	1	6	3	3	1,3	10,29	6,31
4	1	8	3	3	1,3	8,58	6,17
1	4	0	4	3	1,3	5,38	7,07
1	4	2	4	3	1,3	24,56	7,01
1	4	4	4	3	1,3	17,16	6,85
1	4	6	4	3	1,3	3,09	6,45
1	4	8	4	3	1,3	1,85	6,30
2	4	0	4	3	1,3	6,39	6,78
2	4	2	4	3	1,3	20,02	6,85
2	4	4	4	3	1,3	18,53	6,47
2	4	6	4	3	1,3	11,32	6,31
2	4	8	4	3	1,3	9,25	6,34
3	4	0	4	3	1,3	9,93	6,58
3	4	2	4	3	1,3	33,82	6,40
3	4	4	4	3	1,3	26,93	5,65
3	4	6	4	3	1,3	19,11	5,37
3	4	8	4	3	1,3	25,41	5,50
4	4	0	4	3	1,3	8,41	6,53
4	4	2	4	3	1,3	40,38	6,91
4	4	4	4	3	1,3	14,58	6,68
4	4	6	4	3	1,3	13,38	6,45
4	4	8	4	3	1,3	17,16	6,35
1	4	0	1	4	1,95	5,15	6,72
1	4	2	1	4	1,95	40,31	7,04
1	4	4	1	4	1,95	46,44	7,01
1	4	6	1	4	1,95	44,75	6,87
1	4	8	1	4	1,95	15,98	6,20
2	4	0	1	4	1,95	7,03	6,94
2	4	2	1	4	1,95	26,08	6,89
2	4	4	1	4	1,95	38,43	7,00
2	4	6	1	4	1,95	27,26	6,80
2	4	8	1	4	1,95	12,28	6,37
3	4	0	1	4	1,95	4,63	6,84
3	4	2	1	4	1,95	21,79	6,56
3	4	4	1	4	1,95	33,15	5,78
3	4	6	1	4	1,95	15,48	5,55
3	4	8	1	4	1,95	9,93	5,53
4	4	0	1	4	1,95	6,00	6,95
4	4	2	1	4	1,95	11,32	6,76
4	4	4	1	4	1,95	11,78	6,74
4	4	6	1	4	1,95	7,07	6,85
4	4	8	1	4	1,95	15,65	6,93
1	1	0	2	4	1,95	3,03	6,74
1	1	2	2	4	1,95	33,99	6,88
1	1	4	2	4	1,95	25,73	6,29
1	1	6	2	4	1,95	14,07	5,58
1	1	8	2	4	1,95	6,18	5,67
2	1	0	2	4	1,95	5,38	6,07
2	1	2	2	4	1,95	9,42	6,18
2	1	4	2	4	1,95	20,93	6,04
2	1	6	2	4	1,95	20,59	5,65
2	1	8	2	4	1,95	18,18	5,38
3	1	0	2	4	1,95	1,37	6,64
3	1	2	2	4	1,95	36,68	6,82
3	1	4	2	4	1,95	34,48	6,24
3	1	6	2	4	1,95	20,76	5,55

3	1	8	2	4	1,95	13,90	5,10
4	1	0	2	4	1,95	6,06	6,61
4	1	2	2	4	1,95	11,78	6,80
4	1	4	2	4	1,95	17,50	6,50
4	1	6	2	4	1,95	11,15	6,67
4	1	8	2	4	1,95	5,15	6,42
1	2	0	3	4	1,95	4,97	7,03
1	2	2	3	4	1,95	20,24	6,88
1	2	4	3	4	1,95	26,93	6,86
1	2	6	3	4	1,95	21,96	6,49
1	2	8	3	4	1,95	6,35	6,42
2	2	0	3	4	1,95	5,15	6,89
2	2	2	3	4	1,95	14,41	6,94
2	2	4	3	4	1,95	22,82	6,81
2	2	6	3	4	1,95	10,98	6,25
2	2	8	3	4	1,95	2,23	6,54
3	2	0	3	4	1,95	3,43	6,44
3	2	2	3	4	1,95	30,02	6,42
3	2	4	3	4	1,95	33,80	5,92
3	2	6	3	4	1,95	26,42	5,44
3	2	8	3	4	1,95	29,16	5,20
4	2	0	3	4	1,95	7,38	6,54
4	2	2	3	4	1,95	11,67	6,69
4	2	4	3	4	1,95	7,55	6,54
4	2	6	3	4	1,95	8,23	6,62
4	2	8	3	4	1,95	8,92	6,51
1	3	0	4	4	1,95	6,56	6,95
1	3	2	4	4	1,95	27,09	6,92
1	3	4	4	4	1,95	26,93	6,81
1	3	6	4	4	1,95	29,34	6,45
1	3	8	4	4	1,95	11,78	5,93
2	3	0	4	4	1,95	6,39	6,58
2	3	2	4	4	1,95	30,29	6,82
2	3	4	4	4	1,95	22,47	6,55
2	3	6	4	4	1,95	13,04	6,11
2	3	8	4	4	1,95	18,17	6,06
3	3	0	4	4	1,95	7,23	6,68
3	3	2	4	4	1,95	30,12	6,82
3	3	4	4	4	1,95	21,10	6,62
3	3	6	4	4	1,95	15,27	6,32
3	3	8	4	4	1,95	15,31	6,05
4	3	0	4	4	1,95	9,59	6,05
4	3	2	4	4	1,95	10,77	6,50
4	3	4	4	4	1,95	6,69	6,38
4	3	6	4	4	1,95	6,00	6,33
4	3	8	4	4	1,95	5,55	6,14

Tabela 24A – N-uréia plasmática (NUP), excreção fracional de uréia (EFU), excreções diárias de uréia (EUPV) e de creatinina (ECPV), expressas em mg/dL, %, mg U/Kg e mg C/Kg, respectivamente.

AN	QL	P	T	N	NUP	EFU	EUPV	ECPV
1	1	1	1	0	17,00	58,42	529,33	27,65
1	2	1	1	0	20,96	45,51	449,30	25,52
1	3	1	1	0	8,98	53,32	181,86	17,21
1	4	1	1	0	14,92	47,46	343,59	33,84
4	1	2	1	0	17,44	40,26	390,75	31,71
4	2	2	1	0	15,88	47,20	375,11	26,94
4	3	2	1	0	12,75	45,86	289,95	25,88
4	4	2	1	0	14,86	50,63	272,49	22,05
3	1	3	1	0	14,34	42,10	297,26	27,81
3	2	3	1	0	12,31	41,72	308,64	30,73
3	3	3	1	0	13,45	38,40	350,34	29,40
3	4	3	1	0	12,34	35,81	213,87	30,28
2	1	4	1	0	12,44	41,23	287,64	25,36
2	2	4	1	0	13,97	38,56	241,64	26,62
2	3	4	1	0	12,03	39,65	396,06	28,91
2	4	4	1	0	14,04	44,63	276,65	28,72
2	1	1	2	0,65	13,14	50,89	315,40	22,45
2	2	1	2	0,65	12,59	49,75	401,71	32,85
2	3	1	2	0,65	9,41	49,24	214,26	17,73
2	4	1	2	0,65	22,49	27,17	166,82	14,79
3	1	2	2	0,65	15,85	41,54	318,43	25,24
3	2	2	2	0,65	14,07	45,05	393,93	31,04
3	3	2	2	0,65	16,17	38,22	385,50	27,96
3	4	2	2	0,65	14,42	39,76	285,92	31,55
4	1	3	2	0,65	18,95	35,49	387,48	31,61
4	2	3	2	0,65	21,06	40,19	447,22	28,34
4	3	3	2	0,65	14,95	39,79	277,16	22,08
4	4	3	2	0,65	18,14	42,77	451,21	33,17
1	1	4	2	0,65	17,21	41,14	381,72	31,48
1	2	4	2	0,65	16,56	48,25	339,99	23,78
1	3	4	2	0,65	12,54	57,96	537,30	30,13
1	4	4	2	0,65	18,44	38,72	310,61	28,26
3	1	1	3	1,3	17,84	39,60	394,16	30,55
3	2	1	3	1,3	12,48	41,60	355,57	32,46
3	3	1	3	1,3	17,65	30,92	356,78	31,62
3	4	1	3	1,3	14,28	38,70	240,45	26,73
2	1	2	3	1,3	15,90	45,27	399,74	27,68
2	2	2	3	1,3	17,68	39,83	418,07	30,54
2	3	2	3	1,3	13,08	43,71	406,36	27,70
2	4	2	3	1,3	16,61	27,52	348,91	30,95
1	1	3	3	1,3	22,17	33,38	443,98	34,05
1	2	3	3	1,3	19,62	48,57	425,93	30,53
1	3	3	3	1,3	15,62	42,20	332,95	24,70
1	4	3	3	1,3	22,37	31,47	349,56	32,26
4	1	4	3	1,3	27,60	21,55	227,78	24,50
4	2	4	3	1,3	22,69	45,90	438,09	23,28
4	3	4	3	1,3	18,16	43,19	356,64	22,64
4	4	4	3	1,3	16,96	39,94	294,08	23,24
4	1	1	4	1,95	24,60	34,03	512,79	35,11

4	2	1	4	1,95	19,98	38,93	459,53	28,38
4	3	1	4	1,95	14,04	32,60	276,37	28,42
4	4	1	4	1,95	13,77	31,60	254,86	26,08
1	1	2	4	1,95	19,07	46,33	351,72	23,95
1	2	2	4	1,95	20,60	47,39	419,72	25,47
1	3	2	4	1,95	18,08	35,96	454,15	28,97
1	4	2	4	1,95	17,44	35,20	297,19	30,79
2	1	3	4	1,95	18,15	34,32	425,93	30,31
2	2	3	4	1,95	15,96	41,91	351,15	32,51
2	3	3	4	1,95	16,11	39,12	472,46	32,09
2	4	3	4	1,95	15,61	33,40	276,03	26,80
3	1	4	4	1,95	22,75	31,89	379,29	29,36
3	2	4	4	1,95	20,08	32,35	385,51	30,48
3	3	4	4	1,95	19,64	37,96	433,76	30,26
3	4	4	4	1,95	11,78	28,32	73,44	13,06

APÊNDICE B

Tabela 1B – Consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE) e carboidratos totais (CCHO), expressos em Kg/dia.

GG	N	R	CMS	CMO	CPB	CEE	CCHO
1	15	1	10,125	9,64	1,62	0,20	7,82
1	15	2	7,024	6,69	1,12	0,14	5,43
1	15	3	6,466	6,16	1,03	0,13	5,00
2	15	1	5,924	5,64	0,94	0,12	4,58
2	15	2	5,214	4,97	0,83	0,10	4,03
2	15	3	6,448	6,14	1,03	0,13	4,98
3	15	1	7,281	6,93	1,16	0,14	5,63
3	15	2	11,559	11,01	1,84	0,23	8,93
3	15	3	7,753	7,38	1,24	0,15	5,99
4	15	1	3,512	3,34	0,54	0,07	2,73
4	15	2	4,105	3,92	0,66	0,08	3,17
4	15	3	4,096	3,90	0,63	0,08	3,18
1	12	1	8,010	7,66	1,02	0,16	6,48
1	12	2	7,492	7,16	0,95	0,15	6,06
1	12	3	7,366	7,05	0,94	0,15	5,96
2	12	1	6,582	6,29	0,84	0,13	5,32
2	12	2	4,795	4,59	0,61	0,10	3,87
2	12	3	6,946	6,64	0,88	0,14	5,62
3	12	1	7,728	7,39	0,99	0,16	6,25
3	12	2	12,054	11,53	1,53	0,25	9,75
3	12	3	8,349	7,98	1,06	0,17	6,76
4	12	1	3,500	3,34	0,44	0,08	2,82
4	12	2	4,348	4,16	0,55	0,09	3,52
4	12	3	3,605	3,44	0,46	0,08	2,90

GG: grupo genético (1- ½ Holandês-Guzerá, 2- ½ Holandês-Gir, 3- Holandês, 4- Zebu); N: níveis de proteína bruta; R: repetição (animal).

Tabela 2B – Consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), expressos em Kg/dia.

GG	N	R	CFDN	CFDN _{cp} ¹	CCNF	CCNF _{cp} ¹	CNDT
1	15	1	4,44	4,45	3,39	3,38	7,34
1	15	2	3,09	3,10	2,34	2,33	4,87
1	15	3	2,85	2,85	2,15	2,15	4,66
2	15	1	2,58	2,60	2,00	1,98	4,31
2	15	2	2,26	2,28	1,77	1,75	3,91
2	15	3	2,81	2,83	2,17	2,15	4,99
3	15	1	3,20	3,20	2,43	2,42	5,39
3	15	2	5,09	5,10	3,85	3,84	8,11
3	15	3	3,43	3,43	2,56	2,56	5,53
4	15	1	1,73	1,74	0,99	0,98	2,54
4	15	2	1,72	1,74	1,45	1,43	2,99
4	15	3	1,98	1,99	1,20	1,20	2,99
1	12	1	3,54	3,54	2,94	2,94	5,59

1	12	2	3,28	3,28	2,78	2,77	5,53
1	12	3	3,18	3,20	2,77	2,75	5,67
2	12	1	2,96	2,97	2,36	2,35	4,83
2	12	2	2,03	2,05	1,85	1,82	3,76
2	12	3	3,07	3,08	2,55	2,54	5,27
3	12	1	3,34	3,35	2,91	2,90	5,93
3	12	2	5,30	5,31	4,45	4,44	8,53
3	12	3	3,67	3,68	3,08	3,08	6,14
4	12	1	1,70	1,71	1,12	1,11	2,51
4	12	2	1,93	1,94	1,58	1,57	3,04
4	12	3	1,76	1,77	1,15	1,14	2,66

¹ Consumo calculado com FDN corrigida para cinzas e proteína nos alimentos e sobras.

Tabela 3B – Peso dos animais em Kg e consumo de matéria seca (CMS), fibra em detergente neutro (CFDN) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), expressos em % do peso vivo (PV).

GG	N	R	PESO	CMS	CFDN	CFDNcp ¹	CNDT
1	15	1	316,0	3,204	1,40	1,41	2,32
1	15	2	275,0	2,554	1,12	1,13	1,77
1	15	3	213,0	3,036	1,34	1,34	2,19
2	15	1	237,0	2,500	1,09	1,10	1,82
2	15	2	198,0	2,633	1,14	1,15	1,98
2	15	3	253,0	2,549	1,11	1,12	1,97
3	15	1	259,0	2,811	1,24	1,24	2,08
3	15	2	403,0	2,868	1,26	1,26	2,01
3	15	3	366,0	2,118	0,94	0,94	1,51
4	15	1	208,0	1,688	0,83	0,84	1,22
4	15	2	195,5	2,100	0,88	0,89	1,53
4	15	3	236,0	1,736	0,84	0,84	1,27
1	12	1	333,0	2,405	1,06	1,06	1,68
1	12	2	295,0	2,540	1,11	1,11	1,87
1	12	3	233,0	3,161	1,37	1,37	2,43
2	12	1	252,5	2,607	1,17	1,18	1,91
2	12	2	204,5	2,345	0,99	1,00	1,84
2	12	3	269,5	2,577	1,14	1,14	1,95
3	12	1	279,5	2,765	1,19	1,20	2,12
3	12	2	434,5	2,774	1,22	1,22	1,96
3	12	3	392,0	2,130	0,94	0,94	1,57
4	12	1	210,0	1,667	0,81	0,82	1,19
4	12	2	198,0	2,196	0,98	0,98	1,54
4	12	3	233,0	1,547	0,75	0,76	1,14

¹ Consumo calculado com FDN corrigida para cinzas e proteína nos alimentos e sobras.

Tabela 4B – Digestibilidade total da matéria seca (DTMS), matéria orgânica (DTMO), proteína bruta (DTPB), extrato etéreo (DTEE) e carboidratos totais (DTCHO), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

GG	N	R	DTMS	DTMO	DTPB	DTEE	DTCHO
1	15	1	72,91	74,07	73,32	78,82	74,10
1	15	2	69,51	70,89	70,41	71,23	70,99
1	15	3	72,66	73,47	75,59	85,01	72,73
2	15	1	73,22	74,32	74,68	81,23	74,07
2	15	2	75,64	76,56	77,17	81,92	76,30
2	15	3	78,22	79,16	77,98	82,19	79,33
3	15	1	74,94	75,61	75,94	83,66	75,33
3	15	2	69,96	71,43	73,42	86,98	70,62
3	15	3	71,42	72,77	74,17	81,12	72,27
4	15	1	72,84	74,08	74,16	78,67	73,95
4	15	2	73,23	74,43	73,61	76,65	74,54
4	15	3	73,63	74,70	74,40	77,04	74,71
1	12	1	69,49	70,77	66,04	81,92	71,24
1	12	2	73,87	74,98	71,51	80,75	75,37
1	12	3	77,40	78,09	78,43	90,29	77,72
2	12	1	73,62	74,53	72,01	81,94	74,74
2	12	2	78,97	79,68	77,12	85,68	79,93
2	12	3	75,81	76,90	72,82	88,23	77,26
3	12	1	77,22	77,73	74,36	89,13	77,97
3	12	2	70,43	71,70	68,16	84,53	71,93
3	12	3	73,72	74,68	72,23	84,90	74,81
4	12	1	71,21	72,51	66,89	84,07	73,07
4	12	2	70,00	71,00	67,49	82,72	71,26
4	12	3	73,91	74,90	74,34	83,03	74,75

Tabela 5B – Digestibilidade total da fibra em detergente neutro (DTFDN) e dos carboidratos não fibrosos (DTCNF), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

GG	N	R	DTFDN	DTFDN _{cp} ¹	DTCNF	DTCNF _{cp} ¹
1	15	1	66,10	68,78	84,60	81,12
1	15	2	58,31	61,76	87,77	83,23
1	15	3	64,79	67,03	83,24	80,30
2	15	1	62,87	66,56	88,53	83,91
2	15	2	66,18	69,72	89,26	84,83
2	15	3	71,39	74,69	89,65	85,42
3	15	1	66,68	68,69	86,73	84,12
3	15	2	59,98	63,95	84,69	79,47
3	15	3	61,49	65,12	86,67	81,83
4	15	1	66,48	70,73	86,97	79,66
4	15	2	61,76	66,51	89,63	84,32
4	15	3	66,50	70,16	88,24	82,28
1	12	1	61,86	64,99	82,53	78,78

1	12	2	66,73	69,65	85,55	82,15
1	12	3	69,02	71,49	87,71	84,97
2	12	1	64,57	67,19	87,50	84,30
2	12	2	70,74	72,99	90,03	87,71
2	12	3	67,84	70,25	88,58	85,74
3	12	1	69,94	71,97	87,16	84,90
3	12	2	64,66	67,74	80,57	76,94
3	12	3	65,30	68,42	86,14	82,45
4	12	1	63,20	66,90	88,10	82,62
4	12	2	61,54	65,57	83,13	78,29
4	12	3	66,43	69,65	87,54	82,68

¹ Digestibilidade calculada com FDN corrigida para cinzas e proteína nos alimentos, fezes e sobras.

Tabela 6B – Digestibilidade ruminal da matéria seca (DRMS), matéria orgânica (DRMO), proteína bruta (DRPB) e extrato etéreo (DREE), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

GG	N	R	DRMS	DRMO	DRPB	DREE
1	15	1	67,84	71,48	39,37	11,89
1	15	2	74,36	80,16	38,30	0,21
1	15	3	77,31	81,91	40,66	0,43
2	15	1	80,74	84,23	44,31	3,81
2	15	2	75,74	80,30	38,01	2,81
2	15	3	81,95	86,35	49,51	17,32
3	15	1	69,19	73,42	33,41	-12,80
3	15	2	68,29	73,32	13,02	-33,41
3	15	3	74,75	80,50	33,56	0,00
4	15	1	76,59	82,66	39,06	-2,25
4	15	2	71,24	78,82	37,62	1,63
4	15	3	64,59	73,19	24,66	-24,73
1	12	1	71,07	76,46	28,55	1,87
1	12	2	71,59	77,16	29,44	5,42
1	12	3	82,62	85,93	42,26	14,43
2	12	1	75,31	80,14	39,28	11,26
2	12	2	80,56	83,91	39,41	27,44
2	12	3	73,94	78,83	34,88	2,13
3	12	1	76,62	80,95	40,65	8,06
3	12	2	82,06	86,35	26,17	-8,15
3	12	3	66,26	72,51	23,94	-6,54
4	12	1	70,48	78,20	29,34	8,69
4	12	2	71,65	77,81	15,53	-15,54
4	12	3	62,80	73,36	13,56	1,18

Tabela 7B – Digestibilidade ruminal dos carboidratos totais (DRCHO), da fibra em detergente neutro (DRFDN) e dos carboidratos não fibrosos (DRCNF), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

GG	N	R	DRCHO	DRFDN	DRCNF
1	15	1	76,66	86,77	66,30
1	15	2	87,51	104,66	72,42
1	15	3	90,39	98,56	81,98
2	15	1	91,64	100,05	83,92
2	15	2	88,93	98,65	79,70
2	15	3	92,75	98,65	86,66
3	15	1	82,08	88,24	75,84
3	15	2	88,79	94,27	83,67
3	15	3	90,28	95,36	85,47
4	15	1	90,93	99,16	79,94
4	15	2	86,60	98,02	77,30
4	15	3	83,80	91,78	73,89
1	12	1	83,44	91,57	76,10
1	12	2	84,45	91,32	78,13
1	12	3	93,10	95,51	90,92
2	12	1	85,83	92,59	79,57
2	12	2	90,36	100,46	81,63
2	12	3	85,58	91,77	79,89
3	12	1	87,01	91,67	82,74
3	12	2	96,34	91,58	100,88
3	12	3	80,75	80,19	81,26
4	12	1	85,33	98,45	70,98
4	12	2	88,79	99,90	78,75
4	12	3	84,21	84,89	83,43

Tabela 8B – Digestibilidade intestinal total da matéria seca (DITMS), matéria orgânica (DITMO), proteína bruta (DITPB) e extrato etéreo (DITEE), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

GG	N	R	DITMS	DITMO	DITPB	DITEE
1	15	1	32,16	28,52	55,99	75,96
1	15	2	25,64	19,84	52,04	71,17
1	15	3	22,69	18,09	58,87	84,95
2	15	1	19,26	15,77	54,53	80,49
2	15	2	24,26	19,70	63,18	81,40
2	15	3	18,05	13,65	56,38	78,46
3	15	1	30,81	26,58	63,88	85,51
3	15	2	31,71	26,68	69,44	90,24
3	15	3	25,25	19,50	61,12	81,12
4	15	1	23,41	17,34	57,60	79,14
4	15	2	28,76	21,18	57,69	76,26

4	15	3	35,41	26,81	66,02	81,59
1	12	1	28,93	23,54	52,46	81,57
1	12	2	28,41	22,84	59,62	79,65
1	12	3	17,38	14,07	62,65	88,66
2	12	1	24,69	19,86	53,90	79,65
2	12	2	19,44	16,09	62,24	80,27
2	12	3	26,06	21,17	58,26	87,97
3	12	1	23,38	19,05	56,79	88,18
3	12	2	17,94	13,65	56,88	85,69
3	12	3	33,74	27,49	63,49	85,83
4	12	1	29,52	21,80	53,14	82,56
4	12	2	28,35	22,19	61,52	85,04
4	12	3	37,20	26,64	70,32	82,83

Tabela 9B – Digestibilidade intestinal total dos carboidratos totais (DITCHO), da fibra em detergente neutro (DITFDN) e dos carboidratos não fibrosos (DITCNF), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

GG	N	R	DITCHO	DITFDN	DITCNF
1	15	1	23,34	13,23	33,70
1	15	2	12,49	-4,66	27,58
1	15	3	9,61	1,44	18,02
2	15	1	8,36	-0,05	16,08
2	15	2	11,07	1,35	20,30
2	15	3	7,25	1,35	13,34
3	15	1	17,92	11,76	24,16
3	15	2	11,21	5,73	16,33
3	15	3	9,72	4,64	14,53
4	15	1	9,07	0,84	20,06
4	15	2	13,40	1,98	22,70
4	15	3	16,20	8,22	26,11
1	12	1	16,56	8,43	23,90
1	12	2	15,55	8,68	21,87
1	12	3	6,90	4,49	9,08
2	12	1	14,17	7,41	20,43
2	12	2	9,64	-0,46	18,37
2	12	3	14,42	8,23	20,11
3	12	1	12,99	8,33	17,26
3	12	2	3,66	8,42	-0,88
3	12	3	19,25	19,81	18,74
4	12	1	14,67	1,55	29,02
4	12	2	11,21	0,10	21,25
4	12	3	15,79	15,11	16,57

Tabela 10B – Digestibilidade no intestino delgado da matéria seca (DIDMS), matéria orgânica (DIDMO), proteína bruta (DIDPB) e extrato etéreo (DIDEE), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), para o grupo genético Zebu.

T	N	R	DIDMS	DIDMO	DIDPB	DIDEE
1	15	1	19,81	16,69	61,29	79,67
1	15	2	20,54	15,37	59,73	79,85
1	15	3	20,67	16,26	57,00	83,47
2	12	1	28,29	22,88	60,82	82,56
2	12	2	11,52	8,82	57,52	84,25
2	12	3	27,87	20,62	65,10	84,36

Tabela 11B – Digestibilidade no intestino delgado dos carboidratos totais (DIDCHO), da fibra em detergente neutro (DIDFDN) e dos carboidratos não fibrosos (DIDCNF), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), para o grupo genético Zebu.

T	N	R	DIDCHO	DIDFDN	DIDCNF
1	15	1	7,65	-0,84	18,99
1	15	2	5,76	-5,70	15,08
1	15	3	5,02	-1,90	13,61
2	12	1	14,78	10,48	19,48
2	12	2	-3,76	-17,66	8,80
2	12	3	9,53	7,21	12,24

Tabela 12B – Digestibilidade no intestino grosso da matéria seca (DIGMS), matéria orgânica (DIGMO), proteína bruta (DIGPB) e extrato etéreo (DIGEE), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), para o grupo genético Zebu.

T	N	R	DIGMS	DIGMO	DIGPB	DIGEE
1	15	1	3,59	0,65	-9,54	-2,61
1	15	2	8,21	5,81	-5,05	-17,82
1	15	3	14,74	10,55	20,98	-11,40
2	12	1	1,23	-1,08	-19,61	0,01
2	12	2	16,83	13,37	9,41	4,99
2	12	3	9,33	6,01	14,93	-9,81

Tabela 13B – Digestibilidade no intestino grosso dos carboidratos totais (DIGCHO), da fibra em detergente neutro (DIGFDN) e dos carboidratos não fibrosos (DIGCNF), determinados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), para o grupo genético Zebu.

T	N	R	DIGCHO	DIGFDN	DIGCNF
1	15	1	1,42	1,68	1,07
1	15	2	7,64	7,68	7,62
1	15	3	11,18	10,12	12,49
2	12	1	-0,11	-8,93	9,54
2	12	2	14,97	17,76	12,45
2	12	3	6,25	7,90	4,33

Tabela 14B – Compostos nitrogenados ingeridos (CNI), presentes no abomaso como compostos nitrogenados totais (CNT), não amoniacais (CNNA) e microbianos (CNMIC).

GG	N	R	CNI	CNT	CNNA	CNMIC ¹
1	15	1	258,85	156,95	150,86	94,90
1	15	2	179,52	110,77	105,94	57,91
1	15	3	165,26	98,06	94,28	70,92
2	15	1	151,07	84,13	80,92	60,46
2	15	2	133,32	82,64	79,20	45,53
2	15	3	164,94	83,27	79,46	41,86
3	15	1	185,92	123,82	120,06	78,39
3	15	2	295,18	256,76	248,33	137,20
3	15	3	197,77	131,39	127,67	72,68
4	15	1	86,50	52,71	50,58	28,25
4	15	2	105,73	65,95	63,08	35,26
4	15	3	101,25	76,28	73,39	43,34
1	12	1	162,58	116,15	113,16	57,81
1	12	2	152,44	107,57	102,84	66,54
1	12	3	150,14	86,69	84,67	74,45
2	12	1	133,65	81,15	79,39	63,56
2	12	2	98,03	59,39	57,29	40,02
2	12	3	140,58	91,55	88,45	47,49
3	12	1	157,71	93,60	90,77	59,90
3	12	2	245,01	180,90	177,04	89,02
3	12	3	169,24	128,72	124,79	66,56
4	12	1	70,72	49,98	48,11	29,17
4	12	2	88,54	74,79	71,86	40,96
4	12	3	72,84	62,96	60,62	34,09

¹ Determinado pelas bases purinas no abomaso.

Tabela 15B – Compostos nitrogenados fecais (CNFe), urinários (CNU) e seu balanço (BN), expressos em g/dia.

GG	N	R	CNFe	CNU	BN	BN (% ingerido)
1	15	1	69,07	114,78	75,00	28,97
1	15	2	53,12	83,07	43,33	24,13
1	15	3	40,33	65,47	59,46	35,98
2	15	1	38,25	75,16	37,65	24,92
2	15	2	30,43	54,35	48,53	36,41
2	15	3	36,33	56,95	71,67	43,45
3	15	1	44,73	79,86	61,34	32,99
3	15	2	78,46	133,14	83,58	28,31
3	15	3	51,09	81,38	65,30	33,02
4	15	1	22,35	43,08	21,07	24,36
4	15	2	27,90	51,34	26,49	25,05
4	15	3	25,92	59,83	15,49	15,30
1	12	1	55,21	60,05	47,31	29,10
1	12	2	43,43	71,68	37,33	24,49
1	12	3	32,38	44,56	73,20	48,75
2	12	1	37,41	47,50	48,73	36,47
2	12	2	22,42	38,28	37,32	38,08
2	12	3	38,21	48,09	54,28	38,61
3	12	1	40,44	41,32	75,95	48,16
3	12	2	78,01	44,96	122,03	49,81
3	12	3	47,00	75,18	47,06	27,80
4	12	1	23,42	28,14	19,17	27,10
4	12	2	28,78	28,49	31,27	35,31
4	12	3	18,69	34,30	19,85	27,25

Tabela 16B – Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHO) e extrato etéreo (EE) das bactérias isoladas do rúmen.

GG	N	R	MS	MO	CHO	EE
1	15	1	67,30	70,91	12,47	9,55
1	15	2	68,91	71,26	11,81	10,47
1	15	3	67,71	65,22	10,14	9,07
2	15	1	61,96	62,64	6,91	8,12
2	15	2	66,53	68,55	10,87	11,09
2	15	3	61,86	63,34	6,21	10,38
3	15	1	63,75	64,47	5,44	10,36
3	15	2	65,06	64,15	5,12	12,04
3	15	3	70,04	66,77	10,92	9,06
4	15	1	63,74	64,76	5,73	12,07
4	15	2	63,64	65,38	6,20	11,38
4	15	3	64,29	65,79	4,26	12,24
1	12	1	66,33	66,99	11,08	10,61
1	12	2	65,55	67,70	11,34	9,83
1	12	3	64,98	65,48	13,18	8,59
2	12	1	59,66	62,23	9,27	10,91
2	12	2	67,11	68,79	11,68	12,45
2	12	3	68,64	75,85	15,71	10,12

3	12	1	67,21	71,61	15,29	11,57
3	12	2	67,26	69,00	11,90	11,46
3	12	3	66,99	71,78	16,01	9,07
4	12	1	67,59	70,62	7,42	11,90
4	12	2	67,57	75,61	11,54	11,08
4	12	3	64,26	64,16	4,38	11,32

Tabela 17B – Nitrogênio total (NT), N do ácido ribonucléico (N-RNA) e relação N-RNA: NT das bactérias isoladas do rúmen.

GG	N	R	NT	N-RNA	N-RNA: NT	N-RNA: NT ¹
1	15	1	7,82	1,69	21,57	15,30
1	15	2	7,84	1,94	24,76	17,64
1	15	3	7,36	1,84	25,00	16,31
2	15	1	7,62	1,97	25,81	16,17
2	15	2	7,45	2,01	26,93	18,46
2	15	3	7,48	2,09	27,93	17,69
3	15	1	7,79	1,66	21,34	13,76
3	15	2	7,52	2,07	27,53	17,66
3	15	3	7,49	1,45	19,41	12,96
4	15	1	7,51	1,93	25,74	16,67
4	15	2	7,65	1,59	20,79	13,59
4	15	3	7,89	2,47	31,26	20,57
1	12	1	7,25	1,60	22,13	14,82
1	12	2	7,44	1,29	17,30	11,71
1	12	3	6,99	1,41	20,09	13,16
2	12	1	6,73	1,38	20,59	12,81
2	12	2	7,15	1,36	18,96	13,05
2	12	3	8,00	2,59	32,31	24,51
3	12	1	7,16	1,62	22,67	16,24
3	12	2	7,30	2,20	30,08	20,75
3	12	3	7,47	1,50	20,06	14,40
4	12	1	8,21	2,03	24,76	17,48
4	12	2	8,48	2,19	25,83	19,53
4	12	3	7,75	1,79	23,07	14,80

¹ Expresso em % da MO.

Tabela 18B – Matéria orgânica degradada no rúmen (MODR) e carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), expressos em Kg/dia e matéria seca microbiana presente no abomaso (MSMIC), expressa em g/dia.

GG	N	R	MODR	CHODR	MSMIC
1	15	1	5,11	4,44	1213,23
1	15	2	3,80	3,37	739,07
1	15	3	3,71	3,28	963,45
2	15	1	3,53	3,11	793,65
2	15	2	3,05	2,73	610,83
2	15	3	4,20	3,67	559,60

3	15	1	3,85	3,48	1006,64
3	15	2	5,77	5,60	1825,11
3	15	3	4,32	3,91	970,74
4	15	1	2,04	1,83	375,96
4	15	2	2,30	2,05	461,03
4	15	3	2,13	1,99	549,56
1	12	1	4,14	3,85	797,57
1	12	2	4,14	3,86	893,81
1	12	3	4,73	4,31	1064,50
2	12	1	3,76	3,41	944,81
2	12	2	3,07	2,80	559,97
2	12	3	4,03	3,72	593,44
3	12	1	4,65	4,24	836,36
3	12	2	7,14	6,76	1218,82
3	12	3	4,32	4,08	890,85
4	12	1	1,90	1,76	355,36
4	12	2	2,30	2,23	483,14
4	12	3	1,89	1,83	439,71

Tabela 19B – Eficiência microbiana expressa em g Nmic/Kg MODR (1), g Nmic/Kg CHODR (2), g MSmic/Kg CHODR (3) e g PBmic/100g NDT (4).

GG	N	R	1	2	3	4
1	15	1	18,59	21,35	272,96	8,08
1	15	2	15,24	17,18	219,23	7,44
1	15	3	19,14	21,59	293,29	9,51
2	15	1	17,12	19,45	255,29	8,76
2	15	2	14,91	16,65	223,38	7,28
2	15	3	9,97	11,42	152,65	5,24
3	15	1	20,36	22,53	289,28	9,08
3	15	2	23,80	24,49	325,80	10,57
3	15	3	16,80	18,59	248,27	8,22
4	15	1	13,82	15,40	204,94	6,95
4	15	2	15,35	17,22	225,22	7,36
4	15	3	20,35	21,74	275,72	9,07
1	12	1	13,95	15,01	207,10	6,47
1	12	2	16,06	17,26	231,85	7,53
1	12	3	15,75	17,28	247,02	8,20
2	12	1	16,91	18,61	276,69	8,23
2	12	2	13,05	14,30	200,11	6,65
2	12	3	11,79	12,77	159,62	5,64
3	12	1	12,88	14,13	197,35	6,32
3	12	2	12,47	13,18	180,41	6,53
3	12	3	15,39	16,31	218,25	6,77
4	12	1	15,38	16,58	202,00	7,27
4	12	2	17,83	18,40	217,09	8,41
4	12	3	18,03	18,65	240,54	8,00

Tabela 20B – Compostos nitrogenados microbianos, expressos em g N/dia, determinados pelos derivados de purinas na urina, utilizando duas equações distintas, Verbic et al. (1990) (1) e Orellana Boero et al. (2001) (2) em coleta de urina em 24 horas, e volume urinário (VUR), em l/dia.

GG	N	R	1	2	VUR
1	15	1	105,51	113,65	8,70
1	15	2	35,97	42,60	6,00
1	15	3	71,13	77,10	7,20
2	15	1	76,81	83,27	6,50
2	15	2	56,95	62,48	4,00
2	15	3	35,77	42,02	3,60
3	15	1	73,50	80,30	7,40
3	15	2	135,49	145,37	10,00
3	15	3	71,62	80,16	9,80
4	15	1	32,66	38,08	3,00
4	15	2	43,18	48,50	5,70
4	15	3	41,56	47,58	7,50
1	12	1	62,21	70,24	7,40
1	12	2	65,83	73,27	7,70
1	12	3	79,67	86,19	7,40
2	12	1	73,84	80,64	3,80
2	12	2	45,37	50,96	3,70
2	12	3	52,79	59,63	4,40
3	12	1	63,20	70,35	3,60
3	12	2	42,27	51,67	3,20
3	12	3	66,88	75,91	8,10
4	12	1	31,77	37,30	2,50
4	12	2	41,14	46,57	4,80
4	12	3	28,06	33,97	6,80

Tabela 21B – Derivados de purinas na urina expressos em quantidades de alantoína (ALA), ácido úrico (AcU) e purinas totais (PUR) e purinas microbianas absorvidas (PUab) em mmol/dia, obtidos pela coleta de urina em 24 horas.

GG	N	R	ALA (%)	ALA	AcU	PUR	PUab
1	15	1	96,05	195,22	8,04	203,25	205,18
1	15	2	89,10	76,14	9,31	85,45	69,95
1	15	3	93,68	130,26	8,78	139,04	138,32
2	15	1	90,25	135,58	14,64	150,22	149,37
2	15	2	89,01	101,87	12,58	114,46	110,75
2	15	3	92,53	77,30	6,24	83,54	69,55
3	15	1	94,59	138,43	7,91	146,34	142,92
3	15	2	93,23	241,07	17,51	258,59	263,48
3	15	3	95,44	143,73	6,86	150,60	139,27
4	15	1	91,60	68,77	6,30	75,07	63,51
4	15	2	93,00	85,10	6,40	91,50	83,97

4	15	3	94,28	86,62	5,25	91,87	80,81
1	12	1	94,99	124,45	6,57	131,02	118,84
1	12	2	93,66	125,78	8,51	134,29	125,75
1	12	3	92,37	140,70	11,62	152,32	152,19
2	12	1	93,10	134,32	9,96	144,28	141,06
2	12	2	93,38	88,22	6,26	94,48	86,66
2	12	3	96,16	107,04	4,28	111,32	100,83
3	12	1	94,40	121,72	7,22	128,94	120,73
3	12	2	92,90	97,80	7,48	105,28	80,75
3	12	3	94,10	134,09	8,41	142,51	127,75
4	12	1	91,21	66,42	6,40	72,82	60,68
4	12	2	96,04	83,68	3,45	87,13	78,59
4	12	3	95,45	65,39	3,12	68,51	53,59

Tabela 22B – Concentração de compostos nitrogenados amoniacais (N-NH₃), expressa em mg/dL, e pH ruminais determinados nos diferentes tempos de coleta (H).

GG	AN	H	T	N	NH ₃	pH
1	1	0	1	15	3,43	7,05
1	1	2	1	15	22,30	7,23
1	1	4	1	15	14,92	6,84
1	1	6	1	15	7,55	6,53
1	1	8	1	15	3,26	6,78
1	2	0	1	15	5,32	6,88
1	2	2	1	15	16,47	7,05
1	2	4	1	15	7,38	7,02
1	2	6	1	15	4,46	6,80
1	2	8	1	15	4,63	7,11
1	3	0	1	15	4,63	6,86
1	3	2	1	15	19,56	7,31
1	3	4	1	15	19,21	6,98
1	3	6	1	15	11,15	7,07
1	3	8	1	15	5,49	7,01
2	1	0	1	15	4,29	6,40
2	1	2	1	15	19,90	6,84
2	1	4	1	15	16,98	6,95
2	1	6	1	15	20,59	6,53
2	1	8	1	15	10,46	6,72
2	2	0	1	15	5,83	6,47
2	2	2	1	15	27,45	6,65
2	2	4	1	15	20,07	6,74
2	2	6	1	15	15,95	6,24
2	2	8	1	15	17,84	6,16
2	3	0	1	15	6,35	6,84
2	3	2	1	15	24,19	6,95
2	3	4	1	15	21,96	7,04
2	3	6	1	15	14,58	6,59
2	3	8	1	15	8,06	6,75
3	1	0	1	15	1,72	6,71
3	1	2	1	15	45,46	6,64

3	1	4	1	15	24,87	6,45
3	1	6	1	15	12,87	6,19
3	1	8	1	15	9,78	6,11
3	2	0	1	15	5,83	6,24
3	2	2	1	15	38,26	6,88
3	2	4	1	15	21,96	6,30
3	2	6	1	15	17,67	6,32
3	2	8	1	15	12,18	6,43
3	3	0	1	15	7,21	6,41
3	3	2	1	15	30,36	6,65
3	3	4	1	15	24,70	6,12
3	3	6	1	15	15,95	5,99
3	3	8	1	15	10,81	5,84
4	1	0	1	15	4,12	6,59
4	1	2	1	15	20,93	6,98
4	1	4	1	15	16,13	6,71
4	1	6	1	15	13,72	6,74
4	1	8	1	15	8,23	6,32
4	2	0	1	15	8,58	6,81
4	2	2	1	15	24,87	7,04
4	2	4	1	15	18,01	7,08
4	2	6	1	15	17,33	6,88
4	2	8	1	15	9,44	6,83
4	3	0	1	15	6,52	6,13
4	3	2	1	15	14,07	6,72
4	3	4	1	15	12,87	6,81
4	3	6	1	15	11,49	6,47
4	3	8	1	15	24,36	6,59
1	1	0	2	12	4,46	6,75
1	1	2	2	12	24,02	6,65
1	1	4	2	12	12,35	6,17
1	1	6	2	12	6,35	6,42
1	1	8	2	12	4,46	6,18
1	2	0	2	12	5,49	6,81
1	2	2	2	12	29,51	6,61
1	2	4	2	12	14,07	6,17
1	2	6	2	12	3,77	6,05
1	2	8	2	12	1,89	5,81
1	3	0	2	12	3,43	6,86
1	3	2	2	12	24,36	6,56
1	3	4	2	12	5,90	6,02
1	3	6	2	12	2,06	6,44
1	3	8	2	12	1,37	6,32
2	1	0	2	12	1,54	6,41
2	1	2	2	12	12,35	6,55
2	1	4	2	12	6,00	6,24
2	1	6	2	12	5,32	6,31
2	1	8	2	12	3,26	6,23
2	2	0	2	12	2,23	6,70
2	2	2	2	12	18,36	6,44
2	2	4	2	12	5,49	6,02
2	2	6	2	12	2,92	5,86
2	2	8	2	12	3,43	6,61
2	3	0	2	12	6,35	6,92
2	3	2	2	12	27,45	6,92
2	3	4	2	12	12,18	6,51

2	3	6	2	12	4,97	6,28
2	3	8	2	12	2,57	6,33
3	1	0	2	12	1,03	6,42
3	1	2	2	12	20,59	6,10
3	1	4	2	12	9,44	5,70
3	1	6	2	12	5,66	5,97
3	1	8	2	12	1,37	5,78
3	2	0	2	12	3,60	6,63
3	2	2	2	12	24,02	6,45
3	2	4	2	12	7,38	5,93
3	2	6	2	12	4,29	6,24
3	2	8	2	12	1,37	5,95
3	3	0	2	12	4,46	6,54
3	3	2	2	12	19,73	6,11
3	3	4	2	12	10,29	5,52
3	3	6	2	12	5,49	6,13
3	3	8	2	12	4,97	5,79
4	1	0	2	12	4,46	6,81
4	1	2	2	12	13,04	6,78
4	1	4	2	12	5,15	6,66
4	1	6	2	12	3,95	6,53
4	1	8	2	12	3,60	6,41
4	2	0	2	12	7,72	6,94
4	2	2	2	12	28,65	6,98
4	2	4	2	12	14,92	6,73
4	2	6	2	12	3,26	6,47
4	2	8	2	12	3,95	6,17
4	3	0	2	12	11,15	6,67
4	3	2	2	12	20,59	6,88
4	3	4	2	12	13,04	6,75
4	3	6	2	12	11,32	6,52
4	3	8	2	12	7,55	6,32

Tabela 23B – N-uréia plasmática (NUP), excreção fracional de uréia (EFU), excreções diárias de uréia (EUPV) e de creatinina (ECPV), expressas em mg/dL, %, mg U/Kg e mg C/Kg, respectivamente.

GG	N	R	NUP	EFU	EUPV	ECPV
1	15	1	22,22	44,49	638,73	29,77
1	15	2	15,44	51,10	500,60	27,00
1	15	3	21,38	38,10	526,75	29,11
2	15	1	18,37	38,15	533,91	33,20
2	15	2	15,35	56,38	469,27	27,39
2	15	3	24,67	43,99	405,78	19,62
3	15	1	19,21	36,48	498,37	29,75
3	15	2	19,74	47,95	698,04	30,87
3	15	3	19,69	40,71	388,44	23,51
4	15	1	19,92	34,76	355,59	29,63
4	15	2	20,45	43,13	477,40	28,75
4	15	3	22,05	39,38	431,15	30,59
1	12	1	12,00	54,94	319,90	23,50
1	12	2	12,08	50,33	411,50	31,40
1	12	3	10,36	31,22	275,55	33,42

2	12	1	9,85	38,86	322,44	34,71
2	12	2	8,76	48,53	317,16	32,25
2	12	3	13,09	46,56	293,42	23,47
3	12	1	7,91	43,61	235,20	24,82
3	12	2	11,78	43,57	192,56	13,99
3	12	3	12,16	56,46	327,02	26,01
4	12	1	10,88	44,30	217,03	29,00
4	12	2	8,92	43,94	254,69	29,31
4	12	3	12,25	39,98	222,21	25,68

APÊNDICE C

Tabela 1C – Resumo da análise de variância para o consumo de matéria seca (CMS), em kg/dia, durante o primeiro período experimental (corresponde a 13 dias) para cada tratamento.

FV	GL	QM			
		1	2	3	4
Dias	12	2,1198 ^{ns}	1,7865 ^{ns}	0,5372 ^{ns}	0,3129 ^{ns}
Resíduo	39	9,2168	8,6092	4,9006	4,8613

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 2C - Resumo da análise de variância conjunta para os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE) e carboidratos totais (CCHO) em Kg/dia.

FV	GL	QM				
		CMS	CMO	CPB	CEE	CCHO
A/QL	12	5,2799	4,8117	0,0828	0,0021	3,4639
P/QL	12	0,4739	0,4296	0,0054	0,0002	0,3539
QL	3	79,6063 ^{**}	72,5925 ^{**}	1,4395 ^{**}	0,0329 ^{**}	50,9669 ^{**}
T	3	0,8090 ^{ns}	0,6508 ^{ns}	0,0111 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,4703 ^{ns}
QL x T	9	1,4959 ^{ns}	1,3929 ^{ns}	0,0283 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,9746 ^{ns}
Resíduo	24	1,0211	0,9343	0,0158	0,0004	0,6763

^{**} F significativo a 1%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 3C - Resumo da análise de variância conjunta para os consumos de fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) em Kg/dia.

FV	GL	QM				
		CFDN	CFDN _{CP} ¹	CCNF	CCNF _{CP} ¹	CNDT
A/QL	12	0,9626	0,9388	0,8171	0,8331	2,5884
P/QL	12	0,2469	0,2305	0,0674	0,0595	0,2905
QL	3	10,6002 ^{**}	10,2225 ^{**}	15,1168 ^{**}	15,5815 ^{**}	40,8545 ^{**}
T	3	0,0673 ^{ns}	0,0643 ^{ns}	0,2058 ^{ns}	0,2140 ^{ns}	0,4698 ^{ns}
QL x T	9	0,1811 ^{ns}	0,1765 ^{ns}	0,3341 ^{ns}	0,3425 ^{ns}	0,7118 ^{ns}
Resíduo	24	0,1666	0,1654	0,1883	0,1877	0,4241

^{**} F significativo a 1%.

^{ns} F não significativo a 5%.

¹Consumo calculado com FDN corrigida para proteína e cinzas no alimento, fezes e sobras.

Tabela 4C - Resumo da análise de variância conjunta para os consumos de matéria seca (CMS), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), em % do peso vivo.

FV	GL	QM			
		CMS	CFDN	CFDN _{CP} ¹	CNDT
A/QL	12	0,3310	0,0572	0,0529	0,1776
P/QL	12	0,0871	0,0167	0,0162	0,0152
QL	3	1,6681**	0,1811**	0,1521**	0,6715**
T	3	0,1406 ^{ns}	0,0077 ^{ns}	0,0069 ^{ns}	0,0845 ^{ns}
QL x T	9	0,1627*	0,0140 ^{ns}	0,0134 ^{ns}	0,0682 ^{ns}
Resíduo	24	0,0679	0,0103	0,0101	0,0331

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

¹Consumo calculado com FDN corrigida para proteína e cinzas no alimento, fezes e sobras.

Tabela 5C - Resumo da análise de variância conjunta para os digestibilidades aparentes totais da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE) e carboidratos totais (DCHO).

FV	GL	QM				
		DMS	DMO	DPB	DEE	DCHO
A/QL	12	22,6216	21,3055	19,7820	39,6357	23,5655
P/QL	12	33,1225	30,0604	14,1799	33,5294	35,2419
QL	3	44,5361 ^{ns}	41,1060 ^{ns}	54,2514 ^{ns}	97,9980*	38,9705 ^{ns}
T	3	10,3919 ^{ns}	11,0994 ^{ns}	3,1631 ^{ns}	29,3246 ^{ns}	16,3296 ^{ns}
QL x T	9	12,9919 ^{ns}	12,2068 ^{ns}	14,8102 ^{ns}	16,4901 ^{ns}	12,7881 ^{ns}
Resíduo	24	9,0259	8,2714	11,4990	15,0157	8,6629

* F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 6C - Resumo da análise de variância conjunta para os digestibilidades aparentes totais da fibra em detergente neutro (DFDN) e carboidratos não fibrosos (DCNF).

FV	GL	QM			
		DFDN	DFDN _{CP} ¹	DCNF	DCNF _{CP} ¹
A/QL	12	81,0024	55,5332	13,6204	11,7669
P/QL	12	120,0501	105,2079	27,0003	21,2078
QL	3	132,6531 ^{ns}	85,9357 ^{ns}	25,7683*	17,2781 ^{ns}
T	3	50,5699 ^{ns}	35,4494 ^{ns}	18,9332*	31,1145*
QL x T	9	39,6751 ^{ns}	31,1414 ^{ns}	4,7202 ^{ns}	6,4668 ^{ns}
Resíduo	24	36,0583	26,9546	9,3107	10,4215

* F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

¹Digestibilidade calculada com FDN corrigida para proteína e cinzas no alimento, fezes e sobras.

Tabela 7C - Resumo da análise de variância conjunta para os digestibilidades ruminais da matéria seca (DRMS), matéria orgânica (DRMO), proteína bruta (DRPB) e extrato etéreo (DREE).

FV	GL	QM			
		DRMS	DRMO	DRPB	DREE
A/QL	12	25,3450	10,7244	430,0431	371,1891
P/QL	12	54,2373	36,0420	128,6399	228,1686
QL	3	164,9472**	57,3501*	1256,8300**	740,9855*
T	3	48,3934 ^{ns}	41,4387*	194,5652 ^{ns}	123,9785 ^{ns}
QL x T	9	20,4740 ^{ns}	9,1140 ^{ns}	144,2035*	157,6011 ^{ns}
Resíduo	24	14,9316	12,8624	61,3490	77,1368

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

^{ns} e * F não significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Tabela 8C - Resumo da análise de variância conjunta para os digestibilidades ruminais de carboidratos totais (DRCHO), fibra em detergente neutro (DRFDN) e carboidratos não fibrosos (DRCNF).

FV	GL	QM		
		DRCHO	DRFDN	DRCNF
A/QL	12	19,0859	153,8141	89,7374
P/QL	12	23,1278	62,0140	12,8568
QL	3	12,5455 ^{ns}	81,7885 ^{ns}	17,0036 ^{ns}
T	3	41,1146*	178,4446*	58,5869 ^{ns}
QL x T	9	6,9539 ^{ns}	43,9429 ^{ns}	54,7846 ^{ns}
Resíduo	24	16,9115	38,2473	25,3408

* F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 9C - Resumo da análise de variância conjunta para os digestibilidades intestinais totais da matéria seca (DITMS), matéria orgânica (DITMO), proteína bruta (DITPB) e extrato etéreo (DITEE).

FV	GL	QM			
		DITMS	DITMO	DITPB	DITEE
A/QL	12	25,3450	10,7244	78,5096	24,5275
P/QL	12	54,2373	36,0420	16,5313	24,9214
QL	3	164,9472**	57,3501*	105,0807 ^{ns}	57,8817 ^{ns}
T	3	48,3933 ^{ns}	41,4387*	49,9560 ^{ns}	33,0516 ^{ns}
QL x T	9	20,4740 ^{ns}	9,1140 ^{ns}	43,0607*	19,1868 ^{ns}
Resíduo	24	14,9316	12,8624	14,5657	14,2311

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

^{ns} e * F não significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Tabela 10C - Resumo da análise de variância conjunta para os digestibilidades intestinais totais de carboidratos totais (DITCHO), fibra em detergente neutro (DITFDN) e carboidratos não fibrosos (DITCNF).

FV	GL	QM		
		DITCHO	DITFDN	DITCNF
A/QL	12	19,0859	153,8140	89,7374
P/QL	12	23,1279	62,0141	12,8571
QL	3	12,5455 ^{ns}	81,7885 ^{ns}	17,0036 ^{ns}
T	3	41,1146 [*]	178,4446 [*]	58,5869 ^{ns}
QL x T	9	6,9539 ^{ns}	43,9429 ^{ns}	54,7846 ^{ns}
Resíduo	24	16,9115	38,2473	25,3408

^{*} F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 11C - Resumo da análise de variância conjunta para os compostos nitrogenados (N) ingeridos e presentes no abomaso (ab), em g/dia.

FV	GL	QM			
		N ingerido	Nab (N total)	Nab (NNA)	Nab (Nmic)
A/QL	12	2119,9317	2713,3683	2520,4392	967,8208
P/QL	12	138,1815	332,2072	319,9324	309,2875
QL	3	36848,8900 ^{**}	21208,9100 ^{**}	19526,8000 ^{**}	10067,1500 ^{**}
T	3	284,248 ^{ns}	542,3298 ^{ns}	567,0617 ^{ns}	546,3682 ^{ns}
QL x T	9	724,9622 ^{ns}	504,7446 ^{ns}	468,4113 ^{ns}	206,6608 ^{ns}
Resíduo	24	404,8170	229,4001	222,2636	149,7189

^{**} F significativo a 1%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 12C - Resumo da análise de variância conjunta para os compostos nitrogenados (N) excretados nas fezes, urina, em g/dia e balanço de compostos nitrogenados (BN), em g/dia e %.

FV	GL	QM			
		N fezes	N urina	BN	BN (% ingerido)
A/QL	12	222,5950	791,5193	452,7656	718,6520
P/QL	12	42,4451	270,6277	215,3848	138,8954
QL	3	2946,4310 ^{**}	5348,2480 ^{**}	4567,7360 ^{**}	682,8962 ^{**}
T	3	38,7270 ^{ns}	148,8688 ^{ns}	276,5151 ^{ns}	177,1217 ^{ns}
QL x T	9	93,4519 ^{ns}	124,2255 ^{ns}	214,1249 ^{ns}	50,8331 ^{ns}
Resíduo	24	62,0112	172,9984	198,8822	106,6436

^{**} F significativo a 1%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 13C - Resumo da análise de variância conjunta para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHO), extrato etéreo (EE) e nitrogênio total (NT) das bactérias isoladas do rúmen.

FV	GL	QM				
		MS	MO	CHO	EE	NT
A/QL	12	4,1862	22,7458	8,9193	1,7380	0,3959
P/QL	12	323,7207	51,6618	53,7519	0,5652	0,3671
QL	3	19,5707 ^{ns}	77,9058 ^{**}	20,6815 ^{ns}	1,7677 ^{ns}	0,3326 ^{ns}
T	3	10,8811 ^{ns}	14,9730 ^{ns}	24,3721 ^{ns}	1,1447 ^{ns}	0,3881 ^{ns}
QL x T	9	8,5225 ^{ns}	9,6172 ^{ns}	15,9868 ^{ns}	0,6783 ^{ns}	0,1074 ^{ns}
Resíduo	24	14,4061	10,9541	14,0317	1,0288	0,2783

^{**} F significativo a 1%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 14C - Resumo da análise de variância conjunta para nitrogênio total (NT), N do ácido ribonucléico (N-RNA) e relação N-RNA: NT das bactérias isoladas do rúmen.

FV	GL	QM			
		NT ²	NRNA	NRNA: NT ¹	NRNA: NT ²
A/QL	12	0,3639	0,0341	7,6519	3,3643
P/QL	12	1,1903	0,0620	6,5627	5,6095
QL	3	0,2321 ^{ns}	0,1842 ^{ns}	38,0965 [*]	17,2714 [*]
T	3	0,6798 ^{ns}	0,0283 ^{ns}	2,3153 ^{ns}	1,5989 ^{ns}
QL x T	9	0,3916 ^{ns}	0,0556 ^{ns}	7,7265 ^{ns}	3,1786 ^{ns}
Resíduo	24	0,4858	0,0514	7,2629	4,1867

^{**} F significativo a 1%.

^{ns} F não significativo a 5%.

¹ Expresso em % da MS.

² Expresso em % da MO.

Tabela 15C - Resumo da análise de variância conjunta para matéria orgânica degradada no rúmen (MODR) e carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), em Kg/dia e matéria seca microbiana (MSmic) em g/dia.

FV	GL	QM		
		MODR	CHODR	MSmic
A/QL	12	1,2903	1,1767	230888,4250
P/QL	12	0,4494	0,3381	107889,7000
QL	3	21,4694 ^{**}	18,2464 ^{**}	2107837,0000 ^{**}
T	3	0,3430 ^{ns}	0,4015 ^{ns}	134954,9000 ^{ns}
QL x T	9	0,7138 [*]	0,5294 [*]	62296,2200 ^{ns}
Resíduo	24	0,2696	0,2165	47634,3800

^{**} F significativo a 1%.

^{*} F significativo a 5%.

^{ns} e ^{*} F não significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Tabela 16C - Resumo da análise de variância conjunta para eficiências microbianas expressas em g Nmic/Kg MODR (1), g Nmic/Kg CHODR (2), g Msmic/Kg CHODR (3) e g PBmic/100g NDT (4).

FV	GL	QM			
		1	2	3	4
A/QL	12	35,1247	27,5014	7644,9950	6,0235
P/QL	12	19,1645	20,5014	6927,3175	3,4248
QL	3	84,5551**	69,3117**	11409,4300*	9,1332*
T	3	39,2880*	36,3332*	6980,4160 ^{ns}	5,7631 ^{ns}
QL x T	9	9,3880 ^{ns}	8,3157 ^{ns}	2500,6920 ^{ns}	1,9260 ^{ns}
Resíduo	24	7,8878	7,6684	2,192,1340	1,6514

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 17C - Resumo da análise de variância conjunta para volume urinário (VUR) em (l/dia) e excreções urinárias de alantoína (ALA) e ácido úrico (AcU) em mmol/dia.

FV	GL	QM		
		VUR	ALA	AcU
A/QL	12	35,9746	1441,7099	17,0937
P/QL	12	2,1286	919,4840	12,2446
QL	3	33,1600**	22254,5100**	205,1956**
T	3	2,1778 ^{ns}	771,4494 ^{ns}	12,6731*
QL x T	9	3,2991 ^{ns}	565,5154 ^{ns}	2,5556 ^{ns}
Resíduo	24	4,6387	441,9814	7,6222

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 18C - Resumo da análise de variância conjunta para as purinas totais (PUR) e purinas microbianas absorvidas (PUab) em mmol/dia, e compostos nitrogenados microbianos (Nmic), em g/dia.

FV	GL	QM		
		PUR	Puab	Nmic ¹
A/QL	12	1682,9905	1848,2067	637,1389
P/QL	12	1039,7800	1301,6514	442,0069
QL	3	26716,5100**	28965,9600**	9778,7600**
T	3	826,1999 ^{ns}	1212,9150 ^{ns}	571,8863 ^{ns}
QL x T	9	591,9265 ^{ns}	785,5162 ^{ns}	261,6762 ^{ns}
Resíduo	24	521,0349	705,5013	244,2508

** F significativo a 1%.

^{ns} F não significativo a 5%.

¹ Usando relação N RNA: N Total para cada tratamento em % da MO e equação de Verbic et al. (1990).

Tabela 19C - Resumo da análise de variância conjunta para o pH ruminal.

FV	GL	QM
A/QL	12	0,6952
P/QL	12	0,2934
QL	3	3,0159**
T	3	0,8189**
QL x T	9	0,0881 ^{ns}
Resíduo (a)	24	0,2263
H	4	7,1599**
H x QL	12	0,4745**
H x T	12	0,2043**
H x QL x T	36	0,0325 ^{ns}
Resíduo (b)	192	0,0405

** F significativo a 1%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 20C - Resumo da análise de variância conjunta para a concentração de amônia ruminal (N-NH₃, mg/dL).

FV	GL	QM
A/QL	12	27,3881
P/QL	12	127,2426
QL	3	96,2634 ^{ns}
T	3	651,7367 ^{ns}
QL x T	9	207,5202*
Resíduo (a)	24	75,8452
H	4	2677,0750**
H x QL	12	118,8986**
H x T	12	161,6411**
H x QL x T	36	30,6895*
Resíduo (b)	192	20,6340

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 21C - Resumo da análise de variância conjunta para N-uréia plasmática (NUP, mg/dL), excreção fracional de uréia (EFU, %), excreções diárias de uréia (EUPV, mgU/KgPV) e de creatinina (ECPV, mgC/KgPV).

FV	GL	QM			
		NUP	EFU	EUPV	ECPV
A/QL	12	24,4617	70,5144	7293,5917	23,0403
P/QL	12	4,5315	39,4515	10206,5325	21,4438
QL	3	43,4481 ^{ns}	115,2110 [*]	39460,340 ^{**}	19,2561 ^{ns}
T	3	55,1594 [*]	229,6780 ^{**}	5046,931 ^{ns}	6,5862 ^{ns}
QL x T	9	11,3095 [*]	28,4440 ^{ns}	5000,710 ^{ns}	13,1366 ^{ns}
Resíduo	24	4,5701	27,1519	4855,2080	23,2123

^{**} F significativo a 1%.

^{*} F significativo a 5%.

^{ns} e ^{*} F não significativo a 5 e 1%, respectivamente.

Tabela 22C - Resumo da análise de variância conjunta para os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE) e carboidratos totais (CCHO) em Kg/dia.

FV	GL	QM				
		CMS	CMO	CPB	CEE	CCHO
GG	3	31,0485 ^{**}	28,3139 ^{**}	0,6441 ^{**}	0,0122 ^{**}	19,4326 ^{**}
N	1	0,0669 ^{ns}	0,0965 ^{ns}	0,2398 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,6108 ^{ns}
GG*N	3	0,1742 ^{ns}	0,1632 ^{ns}	0,0076 ^{ns}	0,00007 ^{ns}	0,1532 ^{ns}
Resíduo	16	2,1269	1,9354	0,0459	0,0008	1,3224

^{**} F significativo a 1%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 23C - Resumo da análise de variância conjunta para os consumos de fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) em Kg/dia.

FV	GL	QM				
		CFDN	CFDN _{CP} ¹	CCNF	CCNF _{CP} ¹	CNDT
GG	3	5,4558 ^{**}	5,4332 ^{**}	4,3083 ^{**}	4,3273 ^{**}	16,0291 ^{**}
N	1	0,0138 ^{ns}	0,0148 ^{ns}	0,4412 ^{ns}	0,4352 ^{ns}	0,1362 ^{ns}
GG*N	3	0,0315 ^{ns}	0,0322 ^{ns}	0,0585 ^{ns}	0,0558 ^{ns}	0,1177 ^{ns}
Resíduo	16	0,4214	0,4214	0,2592	0,2583	0,9624

^{**} F significativo a 1%.

^{ns} F não significativo a 5%.

¹Consumo calculado com FDN corrigida para proteína e cinzas no alimento, fezes e sobras.

Tabela 24C - Resumo da análise de variância conjunta para os consumos de matéria seca (CMS), fibra em detergente neutro (CFDN) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) em % do peso vivo.

FV	GL	QM			
		CMS	CFDN	CFDN _{CP} ¹	CNDT
GG	3	1,1028 ^{**}	0,1609 ^{**}	0,1587 ^{**}	0,6245 ^{**}
N	1	0,0489 ^{ns}	0,0088 ^{ns}	0,0086 ^{ns}	0,0088 ^{ns}
GG*N	3	0,0129 ^{ns}	0,0034 ^{ns}	0,0032 ^{ns}	0,0034 ^{ns}
Resíduo	16	0,0978	0,0161	0,0163	0,0627

^{**} F significativo a 1%.

^{ns} F não significativo a 5%.

¹Consumo calculado com FDN corrigida para proteína e cinzas no alimento, fezes e sobras.

Tabela 25C - Resumo da análise de variância conjunta para as digestibilidades aparentes totais da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE) e carboidratos totais (DCHO).

FV	GL	QM				
		DMS	DMO	DPB	DEE	DCHO
GG	3	15,8563 ^{ns}	14,4990 ^{ns}	13,5160 ^{ns}	26,9646 ^{ns}	15,3269 ^{ns}
N	1	2,3281 ^{ns}	1,4896 ^{ns}	46,6449 [*]	115,6752 [*]	5,1538 ^{ns}
GG*N	3	3,7083 ^{ns}	3,4978 ^{ns}	2,8611 ^{ns}	4,9144 ^{ns}	4,1932 ^{ns}
Resíduo	16	6,8805	5,8032	10,5942	12,7243	5,6225

^{*} F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 26C - Resumo da análise de variância conjunta para as digestibilidades aparentes totais da fibra em detergente neutro (DFDN) e carboidratos não fibrosos (DCNF).

FV	GL	QM			
		DFDN	DFDN _{CP} ¹	DCNF	DCNF _{CP} ¹
GG	3	11,7089 ^{ns}	10,3722 ^{ns}	18,6033 [*]	19,9711 [*]
N	1	15,5575 ^{ns}	7,1763 ^{ns}	5,4559 ^{ns}	0,0465 ^{ns}
GG*N	3	7,5477 ^{ns}	9,2190 ^{ns}	1,3239 ^{ns}	1,2490 ^{ns}
Resíduo	16	11,6235	8,8265	4,6500	6,1568

^{**} F significativo a 1%.

^{ns} F não significativo a 5%.

¹Digestibilidade calculada com FDN corrigida para proteína e cinzas no alimento, fezes e sobras.

Tabela 27C - Resumo da análise de variância conjunta para as digestibilidades ruminais da matéria seca (DRMS), matéria orgânica (DRMO), proteína bruta (DRPB) e extrato etéreo (DREE).

FV	GL	QM			
		DRMS	DRMO	DRPB	DREE
GG	3	73,7381 ^{ns}	29,8734 ^{ns}	270,7428 ^{ns}	503,5287*
N	1	0,2283 ^{ns}	1,1563 ^{ns}	195,4426 ^{ns}	303,3528*
GG*N	3	17,9949 ^{ns}	15,5157 ^{ns}	80,3369 ^{ns}	27,9719 ^{ns}
Resíduo	16	28,1251	21,3705	57,3705	129,5876

** F significativo a 1%. ^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 28C - Resumo da análise de variância conjunta para as digestibilidades ruminais dos carboidratos totais (DRCHO), fibra em detergente neutro (DRFDN) e carboidratos não fibrosos (DRCNF).

FV	GL	QM		
		DRCHO	DRFDN	DRCNF
GG	3	11,9447 ^{ns}	50,8172*	79,6603 ^{ns}
N	1	1,1105 ^{ns}	81,6876**	57,6518 ^{ns}
GG*N	3	10,3127 ^{ns}	2,3473 ^{ns}	40,9163 ^{ns}
Resíduo	16	23,8615	31,8207	41,8548

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 29C - Resumo da análise de variância conjunta para as digestibilidades intestinais totais da matéria seca (DITMS), matéria orgânica (DITMO), proteína bruta (DITPB) e extrato etéreo (DITEE).

FV	GL	QM			
		DITMS	DITMO	DITPB	DITEE
GG	3	73,7381 ^{ns}	29,8734 ^{ns}	33,7462 ^{ns}	40,5639 ^{ns}
N	1	0,2283 ^{ns}	1,1563 ^{ns}	1,2495 ^{ns}	72,1933 ^{ns}
GG*N	3	17,9949 ^{ns}	15,5157 ^{ns}	20,3357 ^{ns}	7,1953 ^{ns}
Resíduo	16	28,1251	21,3705	25,8849	15,8626

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 30C - Resumo da análise de variância conjunta para as digestibilidades intestinais totais dos carboidratos totais (DITCHO), fibra em detergente neutro (DITFDN) e carboidratos não fibrosos (DITCNF).

FV	GL	QM		
		DITCHO	DITFDN	DITCNF
GG	3	11,9447 ^{ns}	50,8172 [*]	79,6603 ^{ns}
N	1	1,1105 ^{ns}	81,6876 ^{**}	57,6518 ^{ns}
GG*N	3	10,3127 ^{ns}	2,3473 ^{ns}	40,9163 ^{ns}
Resíduo	16	23,8615	31,8207	41,8548

^{**} F significativo a 1%.

^{*} F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 31C - Resumo da análise de variância conjunta para os compostos nitrogenados (N) ingeridos e presentes no abomaso (ab), em g/dia.

FV	GL	QM				
		N ingerido	Nab (N total)	Nab (NH ₃)	Nab (NNA)	Nab (Nmic)
GG	3	16488,5200 ^{**}	9193,4090 [*]	5,0380 ^{ns}	8783,9660 [*]	2804,4660 [*]
N	1	6138,8230 [*]	1492,7290 ^{ns}	8,7168 [*]	1273,3060 ^{ns}	393,3494 ^{ns}
GG*N	3	193,3514 ^{ns}	350,4637 ^{ns}	0,7102 ^{ns}	325,5072 ^{ns}	198,8076 ^{ns}
Resíduo	16	1174,7600	1157,2470	1,5009	1087,0360	282,9747

^{**} F significativo a 1%.

^{*} F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 32C - Resumo da análise de variância conjunta para os compostos nitrogenados (N) excretados nas fezes, urina, em g/dia e balanço de compostos nitrogenados (BN), em g/dia e %.

FV	GL	QM			
		N fezes	N urina	BN	BN (% ingerido)
GG	3	1260,0070 ^{**}	1676,1510 ^{ns}	2945,9980 [*]	156,3831 ^{ns}
N	1	115,1074 ^{ns}	4700,0000 [*]	0,8737 ^{ns}	253,6106 [*]
GG*N	3	25,3102 ^{ns}	211,9164 ^{ns}	109,1480 ^{ns}	18,6287 ^{ns}
Resíduo	16	148,8422	289,5193	327,1477	62,4248

^{**} F significativo a 1%. ^{*} F significativo a 5%. ^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 33C - Resumo da análise de variância conjunta para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHO) e extrato etéreo (EE) das bactérias isoladas do rúmen.

FV	GL	QM			
		MS	MO	CHO	EE
GG	3	8,9401 ^{ns}	1,4800 ^{ns}	29,7210 ^{ns}	3,9577 ^{ns}
N	1	2,9199 ^{ns}	55,7061 ^{ns}	75,9687 ^{ns}	0,3975 ^{ns}
GG*N	3	6,9409 ^{ns}	20,4425 ^{ns}	12,7050 ^{ns}	0,8411 ^{ns}
Resíduo	16	5,7761	13,4083	6,1341	1,2450

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 34C - Resumo da análise de variância conjunta para nitrogênio total (NT), N do ácido ribonucléico (N-RNA) e relação N-RNA: NT das bactérias isoladas do rúmen.

FV	GL	QM			
		NT	NRNA	NRNA:NT ¹	NRNA:NT ²
GG	3	0,3451 ^{ns}	0,1606 ^{ns}	17,1794 ^{ns}	7,1944 ^{ns}
N	1	0,0907 ^{ns}	0,1281 ^{ns}	17,0533 ^{ns}	0,5164 ^{ns}
GG*N	3	0,2419 ^{ns}	0,0647 ^{ns}	8,4684 ^{ns}	7,8963 ^{ns}
Resíduo	16	0,0969	0,1263	17,2582	10,5914

^{ns} F não significativo a 5%.

¹ Expresso em % da MS.

² Expresso em % da MO.

Tabela 35C - Resumo da análise de variância conjunta para matéria orgânica degradada no rúmen (MODR) e carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), em Kg/dia e matéria seca microbiana (MSmic) em g/dia.

FV	GL	QM		
		MODR	CHODR	MSmic
GG	3	9,2472 ^{**}	7,9371 ^{**}	536621,2000 [*]
N	1	0,2124 ^{ns}	0,4700 ^{ns}	40881,6100 ^{ns}
GG*N	3	0,2090 ^{ns}	0,1412 ^{ns}	30197,0300 ^{ns}
Resíduo	16	0,5916	0,5641	52899,4800

^{**} F significativo a 1%. ^{*} F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 36C - Resumo da análise de variância conjunta para eficiências microbianas expressas em g Nmic/Kg MODR (1), g Nmic/Kg CHODR (2), g Msmic/Kg CHODR (3) e g Pbmic/100g NDT (4). eficiência microbiana expressa em g Nmic/Kg MODR (1).

FV	GL	QM			
		1	2	3	4
GG	3	11,8064 ^{ns}	10,4310 ^{ns}	1499,5600 ^{ns}	1,2484 ^{ns}
N	1	28,0803 ^{ns}	51,4287 ^{ns}	6936,5010 ^{ns}	5,5613 ^{ns}
GG*N	3	16,4173 ^{ns}	16,1508 ^{ns}	2329,1240 ^{ns}	2,4138 ^{ns}
Resíduo	16	6,8562	7,1497	1466,7220	1,2257

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 37C - Resumo da análise de variância conjunta para volume urinário (VUR) em (l/dia), excreções urinárias de alantoína (ALA), ácido úrico (AcU) e purinas totais (PUR) em mmol/dia.

FV	GL	QM			
		VUR	ALA	AcU	PUR
GG	3	13,3278 ^{ns}	5681,1520 ^{ns}	22,4738 ^{ns}	6325,5010 ^{ns}
N	1	10,6667 ^{ns}	1511,4790 ^{ns}	29,4251 ^{ns}	1962,689 ^{ns}
GG*N	3	5,3833 ^{ns}	1147,7660 ^{ns}	5,6196 ^{ns}	1177,5610 ^{ns}
Resíduo	16	2,9663	1114,1400	9,1130	1244,2650

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 38C - Resumo da análise de variância conjunta para alantoína (ALA%) em %, purinas microbianas absorvidas (PUab) em mmol/dia e compostos nitrogenados microbianos (Nmic) em g/dia.

FV	GL	QM		
		ALA%	PUab	Nmic ¹
GG	3	3,0705 ^{ns}	6773,5100 ^{ns}	1815,1340 ^{ns}
N	1	9,3414 ^{ns}	3029,6890 ^{ns}	673,3324 ^{ns}
GG*N	3	4,6841 ^{ns}	1677,7250 ^{ns}	443,2684 ^{ns}
Resíduo	16	3,8551	1649,6900	438,5688

^{ns} F não significativo a 5%.

¹ Usando relação N RNA: N Total para cada tratamento em % da MO e equação de Verbic et al. (1990).

Tabela 39C - Resumo da análise de variância conjunta para o pH ruminal.

FV	GL	QM
N	1	2,5056 ^{**}
GG	3	1,4104 ^{**}
N x GG	3	0,3376 [*]
Resíduo (a)	16	0,0916
H	4	0,6901 ^{**}
N x H	4	0,3384 [*]
H x GG	12	0,0792 [*]
N x H x GG	12	0,0345 ^{ns}
Resíduo (b)	64	0,0236

^{**} F significativo a 1%.

^{*} F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 40C - Resumo da análise de variância conjunta para a concentração de amônia ruminal (N-NH₃, mg/dL).

FV	GL	QM
N	1	966,9048 ^{**}
GG	3	69,0591 [*]
N x GG	3	146,3520 ^{**}
Resíduo (a)	16	21,5055
H	4	1327,549 ^{**}
N x H	4	74,1825 [*]
H x GG	12	33,9948 [*]
N x H x GG	12	22,6999 ^{ns}
Resíduo (b)	64	12,6782

^{**} F significativo a 1%.

^{*} F significativo a 5%.

^{ns} F não significativo a 5%.

Tabela 41C - Resumo da análise de variância conjunta para N-uréia plasmática (NUP, mg/dL), excreção fracional de uréia (EFU, %), excreções diárias de uréia (EUPV, mgU/KgPV) e de creatinina (ECPV, mgC/KgPV).

FV	GL	QM			
		NUP	EFU	EUPV	ECPV
GG	3	0,7877 ^{ns}	26,3974 ^{ns}	14235,160 ^{ns}	23,6580 ^{ns}
N	1	490,0361 ^{**}	31,8876 ^{ns}	267831,300 ^{**}	5,6497 ^{ns}
GG*N	3	0,9567 ^{ns}	16,6449 ^{ns}	3784,7000 ^{ns}	26,3647 ^{ns}
Resíduo	16	6,4983	53,1663	6010,8930	21,9455

^{**} F significativo a 1%.

^{ns} F não significativo a 5%.