

HILTON ALEXANDRE VIDAL CARNEIRO

DETERMINAÇÃO DO CONSUMO, DIGESTÕES TOTAIS, BALANÇO DOS
COMPOSTOS NITROGENADOS E VARIÁVEIS RUMINAIS EM OVINOS SANTA
INÊS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE CONCENTRADO

Dissertação apresentada à Universidade Federal
do Ceará como parte das exigências do Curso de
Pós-graduação em Zootecnia, para obtenção do
título de Mestre em Zootecnia.

FORTALEZA
CEARÁ - BRASIL

MARÇO - 2011

HILTON ALEXANDRE VIDAL CARNEIRO

DETERMINAÇÃO DO CONSUMO, DIGESTÕES TOTAIS, BALANÇO DOS
COMPOSTOS NITROGENADOS E VARIÁVEIS RUMINAIS EM OVINOS SANTA
INÊS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE CONCENTRADO

Dissertação apresentada à Universidade Federal
do Ceará como parte das exigências do Curso de
Pós-graduação em Zootecnia, para obtenção do
título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA: 15 de março de 2011

Dra. Patrícia Guimarães Pimentel
(Conselheira)

Prof^a. Ivone Yurika Mizubuti
(Membro)

Prof^o. Arturo Bernardo Selaive Villarroel
(Membro)

Prof^a. Maria Socorro de Souza Carneiro
(Membro)

Prof^a. Elzânia Sales Pereira
(Orientadora)

Aos meus pais, José Arlito e Maria Santa, minha tia Maria Antônia, meus irmãos Fábio e Ricardo, ao meu sobrinho Luís Carlos e à minha esposa Priscila.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, pois sem Ele nada seria possível.

Aos meus pais e minha tia Bibi, pelos ensinamentos e pela formação do meu caráter e pelo exemplo de família que hoje possuo.

Aos meus irmãos, Fábio, por me apoiar ao extremo na minha opção pelo curso de pós-graduação e Ricardo, meu companheiro de todas as horas.

A toda minha família, em especial aos meus primos Tadeu, Abner, Rafa, Bruno e Tysi, os quais amo incondicionalmente, por inúmeros momentos de alegria inesquecíveis.

A Universidade Federal do Ceará em especial ao Departamento de Zootecnia, por minha formação acadêmica e pela possibilidade de realização do Mestrado.

A Prof^a Elzânia, pelo voto de confiança em minha capacidade e pelo crescimento acadêmico a mim proporcionado.

A Doutora Patrícia Pimentel, pela co-orientação em meu trabalho.

Ao Prof^o Magno, pela concessão de animais e do espaço no Núcleo de Estudos e Ensino em Forragicultura – NEEF da UFC.

A minha esposa Priscila, pelo companheirismo, amor, carinho e compreensão e toda ajuda desde que nos conhecemos.

Ao João Carlos, Marilene, Úrsula, Ravena, Michele e Renato minha outra família, a qual amo sem nenhum esforço e recebo o mesmo sentimento em troca todos os dias. Ao Fabrício Cidadão e ao Júnior, por serem ótimos cunhados e amigos acima de tudo.

Aos meus amigos inseparáveis Marcelo Cidrão, Marcelo Casimiro, Bruno Nóbrega, Thalles Ribeiro e Mikail Olinda, “A Diretoria”, pelo relacionamento de irmãos que há tantos anos cultivamos.

Ao Rildson, Marquinhos e PC, pela amizade, companheirismo e parceria muito forte.

Aos meus amigos Gilson, Iana, Nery, Gilberto (Moçambique), Rebeca Magna, Bia Rêgo e Vitória que me ajudaram bastante no experimento à campo e nas análises laboratoriais e no convívio do LANA.

Aos amigos da pós-graduação: Rafael (galetinho), Liandro, Robertinho, Luiz Neto, Paty, Marieta, Jaime, Mirlanda, Ítalo, Ítalo Moraújo, Igo, Emanuel, Josy, Higo, Leonardo, Wiliam, Rômulo Gaúcho, Patrícia Barreto...

A todos que de alguma forma contribuíram para o meu sucesso.

HILTON ALEXANDRE VIDAL CARNEIRO

DETERMINAÇÃO DO CONSUMO, DIGESTÕES TOTAIS, BALANÇO DOS COMPOSTOS NITROGENADOS E VARIÁVEIS RUMINAIS EM OVINOS SANTA INÊS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE CONCENTRADO

RESUMO

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará com o objetivo de avaliar o efeito de quatro níveis de concentrado (25,0; 37,5; 50,0; 62,5 com base na MS) na ração de ovinos, sobre o consumo; as digestibilidades aparentes de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CT) e carboidratos não-fibrosos (CNF); pH ruminal; as concentrações amônia ruminal (NAR), balanço de compostos nitrogenados (BN) e nitrogênio ureico plasmático (NUP) Foram utilizados dezesseis ovinos machos, não castrados, da raça Santa Inês, com peso corporal de $26,4\text{kg} \pm 4,13\text{kg}$ e aproximadamente sete meses de idade. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas individuais, equipadas com coletores e separadores de fezes e urina, bem como cochos para alimento e bebedouros com água permanentemente à disposição. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições, totalizando 16 parcelas experimentais. O período experimental teve duração de 28 dias, com 21 dias de adaptação e sete dias para coleta de dados. Os animais foram alimentados com rações contendo feno de *Tifton 85* e concentrado (25,0; 37,5; 50,0 e 62,5%). As rações foram formuladas conforme o NRC (2007) para atenderem aos requisitos nutricionais de ovinos para ganho de 200 g/dia. As rações foram fornecidas aos animais uma vez ao dia (800h) em forma de mistura total. O consumo de matéria seca foi determinado pela diferença entre o oferecido e as sobras da ração ofertada. Amostras dos alimentos, sobras e fezes foram diariamente pesadas e amostradas para subseqente análises químicas. As fezes foram coletadas durante sete dias consecutivos para estimar a digestibilidade dos nutrientes. Os consumos de MS, MO, CT e NDT expressos em g/dia não foram influenciados pelos níveis de concentrado da ração ($P>0,05$). Comportamento linear crescente foi verificado para os consumos de PB, EE e

CNF. Os consumos de FDN, FDNcp e FDA apresentaram comportamento linear decrescente. Para consumo expresso em %PV, registrou-se comportamento linear crescente para MS e decrescente para FDN, comportamento igual foi verificado para o consumo de MS expresso em (g/kg^{0,75}). Os coeficientes de digestibilidade de MS, MO, PB, EE, CT e CNF aumentaram (P<0,05) com o nível de concentrado na ração. O pH ruminal apresentou comportamento linear para as rações com menores níveis de concentrado e comportamento quadrático para o tratamento experimental com maior nível de concentrado em função do tempo pós-prandial. As dietas experimentais influenciaram as concentrações de N-NH₃ no rúmen (NAR) apresentando comportamento linear decrescente para os níveis de 37,5 e 50,0% de inclusão de concentrado e comportamento quadrático para o nível de inclusão 62,5% de concentrado nas rações. Os níveis de concentrado não influenciaram excreção de Nitrogênio (N) nas fezes (g/d) e na urina (g/d). O BN foi positivo em todos os níveis de concentrado. Os valores de NUP diferiram entre as rações, apresentando comportamento quadrático. A adição de concentrado nas rações influencia o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, os parâmetros ruminais e promove maior retenção de compostos nitrogenados no corpo do animal.

Palavras-chave: relação volumoso:concentrado, pH ruminal, N-NH₃ ruminal, nitrogênio plasmático.

HILTON ALEXANDRE VIDAL CARNEIRO

DETERMINATION OF INTAKE, TOTAL DIGESTIONS, BALANCE OF NITROGEN
COMPOUNDS AND RUMINAL VARIABLES IN SANTA INES SHEEP FED
DIFFERENT LEVELS CONCENTRATE

ABSTRACT

The experiment was conducted at the Department of Animal Science, Federal University of Ceara in order to evaluate the effect of four levels of concentrate (25.0, 37.5, 50.0, 62.5 on DM basis) in the diet of sheep on intake, digestibility of total dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDF), acid detergent fiber (ADF), total carbohydrates (TC) and non-fiber carbohydrates (NFC) rumen pH, rumen ammonia concentrations (NAR), nitrogenous compounds (BN) and plasma urea nitrogen (PUN). We used sixteen castrated male sheep of Santa Ines body weight of $26.4 \text{ kg} \pm 4.13$ kg and approximately seven months old. The animals were housed in individual metabolic cages equipped with collectors and tabs of feces and urine, and mangers for the supply of food and water fountains with water continuously available. The experimental design was randomized blocks with four treatments and four replications, totaling 16 experimental plots. The experimental period lasted 28 days with 21 days of adaptation and seven days to collect samples. The animals were fed diets containing *Tifton 85* hay and concentrate (25.0, 37.5, 50.0 and 62.5%), which consisted of four experimental treatments. The diets were formulated according to NRC (2007) to meet the nutritional requirements of sheep $200 \text{ g} \cdot \text{day}^{-1}$ gain. Diets were fed to animals once a day (800h), in form of a total mixture. Daily consumption of dry matter was determined by the difference between the bid and the remains of food offered. Feed samples, orts and feces were daily weighed and sampled for chemical analysis subseqente. Feces were collected for seven consecutive days to estimate the digestibility of dietary nutrients. The DM, OM, TC and NDT in g/d were not affected ($P > 0.05$) by concentrate feed. Increasing linear behavior was observed for intakes of CP, and NFC. For the intake of NDF, NDF, ADF and these linearly decreased. For consumption expressed as% of BW, there was a linear increasing and decreasing for MS to NDF equal behavior was observed for DM intake expressed in ($\text{g}/\text{kg}^{0.75}$). The digestibility

of DM, OM, CP, CT and NSC increased ($P < 0.05$) with the level of dietary concentrate. Rumen pH showed a linear response for diets with lower levels of concentrate and a quadratic for the experimental treatment with high level of concentrate as a function of time post-prandial. The diet influenced the concentrations of $\text{NH}_3\text{-N}$ in the rumen (NAR) decreased linearly to levels of 37.5 and 50% of the concentrate and a quadratic for the 62.5% level of inclusion of dietary concentrate. The concentrate levels did not influence the excretion of nitrogen (N) in faeces (g/d) and urine (g/d). The NB was positive at all levels of concentrate. PUN values among diets, showing a quadratic behavior. The addition of dietary concentrate influences the consumption and digestibility of nutrients, ruminal and promotes retention of nitrogen in the animal's body.

Keywords: relation forage:concentrate, ruminal pH, ruminal N-NH_3 , Nitrogen plasma.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
INTRODUÇÃO.....	13
REVISÃO DE LIETRATURA.....	16
MATERIAL E MÉTODOS.....	21
Local experimental.....	21
Animais, delineamento experimental e rações.....	21
Procedimentos experimentais.....	23
Análises químicas.....	24
Análises estatísticas.....	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Composição bromatológica dos ingredientes e dos concentrados experimentais com base na %MS.....22
- Tabela 2.** Composição percentual e bromatológica das rações experimentais.....23
- Tabela 3.** Média, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R^2), equações de regressão e níveis de significância (*P*) para o consumo de nutrientes em ovinos Santa Inês submetidos a rações com diferentes níveis de concentrado.....27
- Tabela 4.** Médias, coeficientes de determinação (R^2), coeficiente de variação (CV), níveis de significância (*P*) e equações de regressão (ER) para os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos Santa Inês submetidos a rações com diferentes níveis de inclusão de concentrado.....28
- Tabela 5.** Estimativas dos valores de pH do líquido ruminal em função dos tempos de coleta para a ração com 25% de inclusão de concentrado.....30
- Tabela 6.** Média, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R^2), equações de regressão e níveis de significância (*P*) para o balanço de compostos nitrogenados em ovinos Santa Inês submetidos a rações com diferentes níveis de concentrado.....32

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Estimativa do pH ruminal, em função do tempo de coleta (h), em ovinos Santa Inês submetidos a rações com diferentes níveis de concentrado.....29
- Figura 2** – Estimativa do N-NH₃, em função do tempo de coleta (h), em ovinos Santa Inês submetidos a rações com diferentes níveis de concentrado.....31

INTRODUÇÃO

A resposta produtiva dos animais é função do consumo, da digestibilidade e do metabolismo dos nutrientes dietéticos. Destes fatores, o consumo é o mais importante, pois 60 a 90% da variação observada na ingestão de energia digestível entre animais e dietas está relacionada às diferenças no consumo e somente 10 a 40%, às diferenças na digestibilidade. Como resultado da falta de habilidade na mensuração do consumo e da separação dos efeitos do animal e da dieta, não se tem atingido melhor entendimento dos fatores básicos que limitam o consumo (MERTENS, 1994).

Em ruminantes, fatores fisiológicos, físicos e psicogênicos parecem controlar o consumo. A saciedade seria um fator fisiológico limitante do consumo para dietas com elevada densidade calórica; neste caso, as exigências do animal controlariam o consumo, como em condições de confinamento. Os fatores físicos predominam em dietas de baixa qualidade, em que o consumo é limitado pelo volume ocupado pela dieta e pela capacidade anatômica do rúmen-retículo, de modo que, raramente, os animais ingerem energia suficiente para atender seus requisitos, o que geralmente ocorre com animais em pastejo. Os moduladores psicogênicos referem-se à resposta do animal a fatores estimuladores ou inibidores do alimento ou do ambiente de alimentação, os quais não estão relacionados à concentração de energia do alimento ou à repleção ruminal. A energia é considerada o principal fator limitante à vida e às funções produtivas e, portanto, sua determinação nos alimentos é de extrema importância para o perfeito atendimento das necessidades nutricionais.

Em estudos sobre nutrição, digestão e metabolismo em ruminantes, a avaliação das características dos processos de degradação ruminal constitui determinante do total de nutrientes disponíveis para o atendimento das necessidades de manutenção e produção animal. Entre estas características, o pH e a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal (NAR) influenciam diretamente a adequação do meio para a ação e sobrevivência de espécies microbianas específicas (MOULD et al., 1983; HOOVER, 1986; RUSSELL, 2002) e a disponibilidade de compostos nitrogenados para a síntese de proteína microbiana (VAN SOEST, 1994).

Os microrganismos ruminais necessitam de condições ecológicas específicas para permitir a normalidade do metabolismo e do crescimento. O pH ruminal é o principal fator químico que influencia o crescimento microbiano devendo manter-se na faixa de $6,7 \pm 0,5$

para permitir adequada atividade microbiana. Os microrganismos ruminais dependem de esqueletos de carbono, disponibilidade de energia e de um concomitante fornecimento de amônia e peptídeos para que haja síntese microbiana. A disponibilidade de carboidratos no rúmen é muito importante e tem grande efeito sobre a utilização dos compostos nitrogenados, pois as bactérias ruminais podem incorporar os aminoácidos e fermentá-los como fonte de energia. Russell et al. (1992) relataram que através da manipulação da relação volumoso:concentrado é possível alterar os processos fermentativos, maximizar a eficiência de síntese microbiana, bem como, a eficiência de utilização dos nutrientes dietéticos. O crescimento microbiano depende da transferência de energia da fermentação de carboidratos, para o processo biossintético, por exemplo, de síntese de proteína microbiana. O processo catabólico (fermentação de carboidratos) é completamente vinculado ao processo anabólico (síntese microbiana) via ATP. Se a taxa de produção de ATP excede a taxa de utilização, ocorre desacoplamento energético, e a energia do ATP é dissipada como calor através de ciclos fúteis de íons pela membrana celular. Isto ocorre quando a disponibilidade de N é extremamente alta (ou a energia está em excesso, quando do uso de altos níveis de concentrado), ou se minerais como S e P estão deficientes. Geralmente, quando carboidratos são limitantes, os aminoácidos dietéticos são usados como fonte de energia, ocorrendo acúmulo de amônia. Portanto, a adição de carboidratos, além de promover síntese de proteína microbiana, exerce um efeito poupador de aminoácidos.

A atividade microbiana e suas funções no processo digestivo podem ser modificadas pelo pH ruminal. Vários estudos têm demonstrado que a adição de quantidades excessivas de concentrados à dieta dos animais resultaram em redução do pH ruminal, devido à rápida fermentação dos carboidratos não estruturais e à intensa produção de ácidos graxos voláteis, o que pode produzir grande impacto sobre a digestão da fibra.

A disponibilidade de carboidratos tem grande efeito sobre a utilização dos compostos nitrogenados no rúmen (RUSSELL et al., 1992). Quando ocorre deficiência de carboidratos, os microrganismos utilizam peptídeos e aminoácidos para o crescimento ou fermentam aminoácidos, produzindo amônia. A concentração de nitrogênio amoniacal ruminal é uma função das taxas relativas de entrada e saída de amônia (NOLAN, 1993). A amônia entra no rúmen por diversas fontes, tais como: fermentação do alimento, fragmentos de lise de células, proteína endógena, compostos nitrogenados solúveis diversos e excreção de protozoários. O nitrogênio amoniacal é removido do rúmen pela

incorporação à matéria microbiana, absorção pelo epitélio ruminal, ou seguindo para outras partes do trato digestório.

A ureia constitui a principal forma de excreção de compostos nitrogenados em mamíferos. Por se tratar de uma pequena molécula solúvel em água, e altamente permeável, a ureia está presente em todos os fluidos corporais, incluindo o sangue e o leite. Assim, a concentração de nitrogênio ureico no plasma e ou no leite pode ser utilizada para monitorar a utilização do N dietético, como estratégia de evitar perdas econômicas, produtivas, reprodutivas e ambientais.

Este estudo objetivou avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de concentrado sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, variáveis ruminais e balanço de compostos nitrogenados em ovinos Santa Inês.

REVISÃO DE LITERATURA

Consumo e digestibilidade

Na criação de ruminantes, a alimentação é responsável por grande parte dos custos (60 a 70%), sejam estes animais confinados ou criados extensivamente. Portanto, é de fundamental importância conhecer as características dos alimentos e seu balanceamento na formulação de rações, as quais devem ser elaboradas para suprir as necessidades dos animais, explorando sua máxima capacidade digestiva, de modo a atingir seu potencial genético para o aproveitamento da ração. O consumo de nutrientes é um dos principais determinantes no atendimento das exigências de manutenção e produção de ruminantes e importante critério para avaliação de dietas.

A produtividade de ruminantes depende de sua habilidade para consumir e obter energia dos alimentos disponíveis (ALLEN, 1996) e o consumo de alimentos é o responsável pelo ingresso de nutrientes para o atendimento das exigências de manutenção e produção dos animais. Os animais consomem alimentos para atender às exigências de energia, por isso existe uma alta correlação entre a produção e a ingestão de alimentos. (CHIZZOTTI et al., 2007).

O conhecimento da ingestão de alimentos, por ser o fator primordial a afetar o desempenho e a eficiência produtiva do animal, é necessário para a formulação de dietas, a predição do desempenho animal e o planejamento e controle do sistema de produção. Segundo o NRC (2001), estimativas precisas da ingestão de MS são necessárias para evitar sub ou superalimentação e aumentar a eficiência alimentar, promovendo o uso eficiente de nutrientes.

Segundo Forbes (1995), o consumo voluntário é a quantidade de alimento que o animal ingere durante certo período de tempo, quando tem livre acesso ao alimento. A motivação para a ingestão de alimento é um estado reversível do cérebro e depende dos sinais internos (fome e saciedade) e externos (principalmente os sentidos). O consumo de alimentos é controlado pelo hipotálamo, no qual existem dois centros ativos. O primeiro é o centro da fome (hipotálamo lateral), que estimula o consumo de alimentos, a menos que haja inibição do segundo, centro da saciedade (hipotálamo ventro medial), que recebe sinais do organismo como resultado da ingestão de alimentos (NRC, 1987).

Dessa forma, na estimativa do consumo, devem ser consideradas as limitações relativas ao animal, ao alimento e às condições de alimentação. Quando a densidade energética da ração é elevada (baixa concentração de fibra), em relação às exigências do animal, o consumo é limitado pela demanda energética, não ocorrendo repleção ruminal. Para rações de densidade energética baixa (teor de fibra elevado), o consumo será limitado pelo enchimento do rúmen-retículo. Na disponibilidade limitada de alimento, o enchimento e a demanda de energia são insuficientes para predizer o consumo (MERTENS, 1992).

Além do consumo, deve-se avaliar também o conteúdo energético dos alimentos fornecidos para ruminantes, que apresenta elevada correlação com a digestibilidade dos nutrientes (KITESSA et al., 1999).

Em relação a digestão, sabe-se que é o processo de conversão de macromoléculas do alimento para compostos simples que podem ser absorvidos pelo trato gastrointestinal. Medidas de digestibilidade têm contribuído significativamente para o desenvolvimento de sistemas, a fim de descrever o valor nutritivo dos alimentos. Existem vários fatores que podem influenciar a digestibilidade, como a composição e preparo dos alimentos e da dieta, além de fatores dependentes dos animais e do nível nutricional, especialmente a densidade energética da ração (VAN SOEST, 1994). Segundo Pereira et al. (1999), a digestão dos nutrientes é um processo dinâmico, resultante da interação de fatores que dependem do animal, da dieta e do ecossistema ruminal, não podendo, dessa forma, ser considerada apenas atributo do alimento.

As diminuições que ocorrem na digestibilidade dos nutrientes são, geralmente, resultantes da competição entre digestão e taxa passagem. O aumento significativo no consumo pode levar à ampliação na taxa de passagem, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes (VAN SOEST, 1994). Assim, respostas positivas no consumo estão relacionadas à diminuição na digestibilidade da ração (DETMANN et al., 2001). Portanto, suplementos que agem sobre o consumo e a taxa passagem da dieta podem influir na digestibilidade dos nutrientes (GERON et al., 2010).

Estudar os efeitos de diferentes níveis de concentrado nas rações sobre a cinética da digestão é fundamental para formular e manipular as dietas utilizadas, visando a máxima eficiência de utilização da mesma. De modo geral, o aumento na proporção de energia na ração leva à melhoria em sua digestibilidade. Contudo, quando grande quantidade de energia é adicionada à dieta de ruminantes, devido à adição de concentrado, ocorre aumento na taxa de passagem da digesta pelo rúmen, acarretando menor tempo de

colonização da população microbiana e, por conseguinte, diminuição da digestibilidade da fibra em decorrência do aumento nas proporções de carboidratos prontamente disponíveis e fermentáveis (ØRSKOV, 2000; VALADARES FILHO et al., 2000; MERTENS, 2001). Além disso, a excessiva redução nos níveis de fibra nas rações de ruminantes poderá ser prejudicial à digestibilidade total dos alimentos, visto que a fração fibrosa do alimento é fundamental para a manutenção das condições ótimas do 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; ALLEN, 1997).

Parâmetros ruminais

A composição química de ingredientes de rações é um dos fatores que influenciam o pH ruminal, o qual oscila entre 5,5 e 7,0. Essa característica é fundamental para o funcionamento ruminal como verdadeira câmara de fermentação. O pH é mantido constante, principalmente, pelo poder tamponante da saliva e pela remoção dos ácidos graxos voláteis por absorção (VAN SOEST, 1994), além de ser um mecanismo que explica as reduções de ingestão e digestibilidade de volumosos.

A fermentação de amido e carboidratos solúveis propiciam diminuição no pH ruminal devido à maior produção total de ácidos graxos voláteis (AGV) e, principalmente, à maior produção de propionato pela via do lactato, que pode se acumular no rúmen, reduzindo a digestão da fibra (VAN SOEST, 1994). Além disso, a maior inclusão de concentrado na ração diminui a ruminação e, conseqüentemente, o tamponamento por meio da saliva, levando à diminuição do pH.

Como recurso de avaliação dos parâmetros ruminais, destaca-se a determinação da concentração de amônia ruminal, que permite avaliar o balanceamento de proteína da dieta, de modo que altas concentrações de amônia estejam associadas ao excesso de proteína degradada no rúmen e/ou à baixa concentração de carboidratos fermentáveis (RIBEIRO et al., 2001; CAVALCANTE et al., 2005a,b).

A amônia produzida, no rúmen, segundo Harmeyer e Martens (1980), é proporcional à quantidade de ureia formada no fígado; e a concentração de ureia plasmática está diretamente relacionada ao aporte proteico e à relação proteína:energia da ração. A maioria das espécies bacterianas ruminais podem utilizar amônia para síntese de

seus compostos nitrogenados. Mas, para as bactérias que degradam os carboidratos estruturais a amônia é essencial para seu crescimento.

A amônia surge no rúmen a partir da degradação microbiana de proteínas (da dieta ou de microrganismos) e da ureia reciclada via saliva. A amônia não assimilada pelos microrganismos ruminais para síntese de proteína microbiana, é absorvida pelo epitélio ruminal, atingindo a corrente sanguínea. A amônia presente na corrente sanguínea é removida pelo fígado e convertida em ureia. A reciclagem de ureia é mecanismo vital que conserva compostos nitrogenados dietéticos e corporais, mantendo o suprimento de aminoácidos para os tecidos (LAPIERRE e LOBLEY, 2001). Segundo Vasconcelos et al. (2010), a concentração de amônia ruminal é utilizada como indicador da degradação protéica, da eficiência de utilização do nitrogênio da dieta e do crescimento microbiano (SATTEr e SLYTER, 1974; LENG e NOLAN, 1984; RUSSELL et al., 1992).

Balanço de compostos nitrogenados

A avaliação do balanço de nitrogênio no animal e da concentração de ureia no soro e na urina permite a obtenção de informações a respeito da nutrição protéica dos ruminantes, o que pode ser importante para evitar prejuízos produtivos, reprodutivos e ambientais, decorrentes do fornecimento de quantidades excessivas de proteína ou da inadequada sincronia energia-proteína no rúmen (PESSOA et al., 2009).

Nos ruminantes, grande parte da proteína que chega para a digestão abomasal e intestinal é de origem microbiana, principal fonte de aminoácidos, e sua estimativa pode ser avaliada pelo balanço dos compostos nitrogenados e pela síntese de proteína microbiana (VASCONCELOS et al., 2010).

O nitrogênio (N) presente no compartimento ruminal pode ser de origem endógena ou dietética. O N de origem endógena é derivado da reciclagem da ureia, das células epiteliais de descamação e do processo de lise das células microbianas. O N dietético é composto pela proteína verdadeira e pelo nitrogênio-não-proteico (NNP) pertencente ao alimento (PEREIRA et al., 2007).

Russell et al. (1992) relataram que os microrganismos do rúmen, especialmente os celulolíticos, utilizam a amônia para efetuar a síntese de proteína microbiana. Assim, a presença de N amoniacal, no ambiente ruminal, é fator fundamental, desde que esteja associada a uma fonte de energia adequada. Quando há desequilíbrio entre o N e a energia

no rúmen, a excreção dos compostos nitrogenados aumenta, ocorrendo também aumento na produção de ureia, que envolve custo energético, além de perda de N. As disponibilidades ruminais de energia e nitrogênio são os fatores nutricionais que limitam o crescimento microbiano, e a alteração da relação volumoso:concentrado na dieta pode influir na taxa de crescimento, em razão da variação na disponibilidade de energia (RENNÓ et al., 2000).

O excesso de proteína na dieta de ruminantes pode desencadear aumento na concentração de nitrogênio ureico plasmático, pois a concentração plasmática de ureia é positivamente relacionada à ingestão de compostos nitrogenados (VALADARES et al., 1997a,b; VALADARES et al., 1999).

A concentração de uréia plasmática foi utilizada para estimativa do “pool” de ureia (HARMEYER e MARTENS, 1980), como indicador da atividade proteica do animal, como índice de degradabilidade da proteína ou como indicador da condição nutricional. Para Broderick (1995), a concentração elevada de ureia plasmática está relacionada com a utilização ineficiente da proteína bruta da dieta.

Em ruminantes, mais de 60% da ureia plasmática se origina do metabolismo da amônia no rúmen. Dessa forma, é de grande importância a determinação da concentração plasmática de ureia, para evitar perdas de proteína, já que este nutriente é responsável pela maior parte do custo na formulação de ração, além de representar custo energético para animal. Portanto, as concentrações de ureia sanguínea têm sido utilizadas para monitorar o consumo de proteína dietética próximo às exigências do animal, já que o consumo excessivo de proteína pode afetar o desempenho reprodutivo do animal, elevando sua exigência em energia, ou ainda aumentar o custo da ração (BRODERICK e CLAYTON, 1997). Segundo Staples et al. (1993), o nitrogênio ureico plasmático não é bom indicador do consumo de proteína, mas pode ser bom indicador da proteína não utilizada. Portanto a concentração de nitrogênio ureico no plasma pode ser usada como forma de avaliar o estado nutricional protéico e a eficiência de utilização do nitrogênio, resultando em indicadores do equilíbrio ruminal entre nitrogênio e energia.

MATERIAL E MÉTODOS

Local experimental

O experimento foi desenvolvido no Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará, Brasil. O município de Fortaleza situa-se na zona litorânea, a 15,49m de altitude, 30°43'02" de latitude sul e 38°32'35" de longitude oeste. A precipitação média anual é de 1.378,3mm e a umidade relativa do ar é 77%, com temperatura média de 26 a 28°C.

Animais, delineamento experimental e rações

Foram utilizados dezesseis ovinos machos não castrados da raça Santa Inês com peso corporal de $26,4 \pm 4,13$ kg e aproximadamente sete meses de idade. Os animais foram alojados em gaiolas individuais, equipadas com coletores e separadores de fezes e urina, bem como, cochos para alimento e bebedouros com água permanentemente à disposição. Os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro tratamentos (25,0; 37,5; 50,0 e 62,5% de inclusão de concentrado na ração, com base na MS) e quatro repetições, totalizando 16 parcelas experimentais. O período experimental teve duração de 28 dias, com 21 dias de adaptação e sete dias para coleta de dados.

O feno de Tifton 85 foi utilizado como volumoso único e as rações foram formuladas conforme o NRC (2007) para atenderem os requisitos nutricionais de ovinos com ganho de 200 g/dia. A mistura de ureia e sulfato de amônio foi usada para ajustar o conteúdo de proteína. A composição química e as proporções de ingredientes nas rações experimentais estão nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Composição bromatológica dos ingredientes e dos concentrados experimentais, com base na %MS.

Nutrientes	Feno de <i>Tifton 85</i>	Milho	Soja	Concentrados			
				25%	37,5%	50%	62,5%
Matéria seca	92,8	91,44	92,54	90,30	90,18	90,94	90,30
Matéria mineral	9,45	1,74	6,84	4,05	3,58	4,60	4,61
Proteína bruta	6,97	9,39	44,05	21,31	18,86	24,87	21,99
Extrato etéreo	1,18	5,36	4,13	3,60	4,30	5,00	4,26
Fibra em detergente neutro	68,61	14,78	15,78	15,20	13,80	10,91	11,96
Fibra em detergente ácido	33,85	4,78	9,24	4,33	5,14	3,55	4,49
FDN _{CP} *	62,70	12,76	13,74	10,23	9,41	7,06	9,01
Carboidratos totais	82,39	83,51	44,98	71,04	73,26	65,53	69,14
Carboidratos não-fibrosos	19,69	70,75	31,24	60,83	64,08	59,35	60,16

*Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Tabela 2 – Composição percentual e bromatológica das rações experimentais.

Composição percentual (%MN)	Rações			
	25%	37,5%	50%	62,5%
Feno de <i>Tifton 85</i>	75,00	62,50	50,00	37,50
Concentrado	25,00	37,50	50,00	62,50
Fubá de milho	77,90	77,60	77,40	77,39
Farelo de soja	20,00	20,00	20,20	20,00
Uréia	0,88	1,18	1,22	1,25
Calcário	0,00	0,26	0,31	0,62
Fosfato bicálcico	0,26	0,26	0,26	0,26
Cloreto de sódio	0,88	0,62	0,44	0,35
Premix mineral ¹	0,06	0,04	0,13	0,13
Composição bromatológica (%MS)				
Matéria seca	92,12	91,77	91,83	91,21
Matéria mineral	5,40	5,18	4,80	4,58
Proteína bruta	12,74	14,36	15,97	17,65
Extrato etéreo	1,53	2,13	2,92	2,98
Fibra em detergente neutro	60,25	52,57	45,52	37,43
Fibra em detergente ácido	28,64	24,82	19,51	17,26
FDN _{CP}	54,47	47,59	41,26	33,87
Carboidratos totais	80,33	78,33	76,31	74,79
Carboidratos não-fibrosos	26,25	31,54	36,16	42,33
Nutrientes digestíveis totais	57,41	63,11	68,38	74,51

¹Composição: Ca: 7,5%; P: 3%; Fe: 16.500ppm, Mn: 9.750ppm, Zn: 35.000ppm, I: 1.000ppm, Se: 225ppm, Co: 1.000ppm.

Procedimentos experimentais

As rações foram fornecidas aos animais uma vez ao dia (800h); em forma de mistura total (feno e concentrado). Diariamente, o consumo de matéria seca foi determinado pela diferença entre o oferecido e as sobras pesadas na manhã seguinte. Amostras dos alimentos, sobras e fezes foram, diariamente, pesadas e amostradas para subsequentes análises laboratoriais. As fezes foram coletadas por sete dias consecutivos

(pesadas e homogeneizadas em cada dia) para estimativa da digestibilidade dos nutrientes dietéticos a partir da seguinte fórmula: [(Consumo do nutriente em gramas – quantidade do nutriente em gramas nas fezes) / Consumo do nutriente em gramas] x 100 (COELHO DA SILVA & LEÃO, 1979).

Uma subamostra foi pesada e seca em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e moída em moinho com peneira com crivos de 01mm.

O balanço de nitrogênio (BN) foi determinado, deduzindo-se do N consumido (g/d), o N excretado nas fezes e urina, em (g/d).

No 28º dia experimental, uma amostra de 50 mL de líquido ruminal foi coletado das regiões ruminais (dorsal posterior e ventral posterior) utilizando mangueira de silicone e bomba a vácuo, nos tempos 0; 2; 4; 6 e 8 horas após a alimentação. O fluido ruminal foi filtrado em duas camadas de tecido gaze para separar as frações líquidas e sólidas e, posteriormente, medido o pH. Uma subamostra do líquido ruminal foi acidificada para manutenção do pH em 2, utilizando-se solução com 50% de H₂SO₄ e colocada em freezer a -20°C para determinação da concentração de amônia.

Amostras de sangue de cada animal foram coletadas no 21º dia do experimento por punção da veia jugular. O sangue contendo EDTA como anticoagulante foi imediatamente centrifugado a 5000 rpm durante 15 minutos e o plasma foi analisado para determinação de nitrogênio ureico no plasma.

Análises químicas

A determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram realizadas segundo Silva & Queiroz (2002), e a de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) conforme proposto por Van Soest et al. (1991). Para análise de FDN as amostras foram tratadas com amilase termo estável, sem uso de sulfito de sódio, corrigida para cinzas e proteína (MERTENS, 2002). Os carboidratos totais foram calculados conforme a seguinte expressão: CT= 100-(PB + EE + MM). Os carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNF_{CP}) foram calculados conforme Hall (2000), em que CNF_{CP}= 100 - [(%CP - %CP da ureia + %ureia) + %FDN_{CP} + %EE + %cinzas]. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados a partir da seguinte equação: NDT (%) = PBD + FDND_{CP} + CNFD + 2,25 DEE, onde PBD = proteína bruta digestível; FDND_{CP} = FDN_{CP} fibra em detergente neutro

corrigido para cinzas e proteína digestível; CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis e EED = extrato etéreo digestível (SNIFFEN et al., 1992).

Análises estatísticas

As variáveis foram submetidas a análises de variância e regressão, utilizando-se o SAS (2003), por meio do procedimento PROC GLM. As concentrações de pH e amônia ruminal (NAR) foram avaliadas em delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas tendo nas parcelas os níveis de concentrado e nas subparcelas tempos de amostragens (0, 2, 4, 6, 8 horas após a alimentação) com quatro repetições

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os consumos de MS, MO, CT e NDT, expressos em g/dia, não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de concentrado da ração (Tabela 3). Os aumentos lineares ($P<0,01$) de consumo verificados para PB, EE e CNF podem ser atribuídos à maior concentração destes nutrientes nas rações com maiores teores de concentrado. Os consumos de FDN, FDN_{CP} e FDA apresentaram comportamento linear decrescente ($P<0,01$). Para consumo expresso em %PV foi registrado comportamento linear crescente para MS e decrescente para FDN, comportamento semelhante foi verificado para os consumos de MS e de FDN expresso em ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-0,75}$).

O consumo voluntário é uma medida quantitativa de importância na nutrição animal e, a partir deste, tornam-se necessários conhecimentos mais específicos sobre digestibilidade, fermentação e passagem dos nutrientes. Segundo o NRC (2001), os fatores que primariamente controlam o consumo de alimentos pelos ruminantes são relacionados ao efeito direto da dieta, tais como a distensão da parede do rúmen, o pH ruminal, a concentração de ácidos orgânicos, e o metabolismo animal.

O consumo é influenciado pelas condições de alimentação (disponibilidade de alimento, espaço no cocho, tempo de acesso ao alimento, frequência de alimentação, etc) e pelas condições ambientais. O NRC (1996) indicou que, com o aumento na quantidade de concentrado na dieta, a eficiência de uso da energia para manutenção e ganho aumenta, visto que a energia do concentrado é mais eficientemente usada do que a energia das forragens.

Assim, mudanças no consumo total de MO digestível poderiam ser compensadas parcialmente pela mudança na eficiência de uso da energia metabolizável.

Nesta pesquisa, a redução linear no consumo de FDN, possivelmente, está relacionada a uma saturação na resposta funcional do consumo, conforme inferência realizada por Detmann et al. (2001). A adição à ração de componentes de alto potencial de digestão pode ter rompido o limite de energia digestível limitante de consumo, invertendo o principal mecanismo regulatório, de físico para fisiológico, como descrito por Mertens (1992), o que justificaria o menor consumo de FDN pelos animais alimentados com níveis mais elevados de concentrado. É importante ressaltar que a elevação dos níveis proteicos dietéticos refletiu sobre o consumo de FDN. Este efeito é atribuído ao fato da relação estimada estar, possivelmente, mascarada por efeitos de confundimento. Nesta pesquisa, os maiores níveis de PB coincidiram com a elevação dos níveis de concentrado na ração e, conseqüentemente, redução dos teores de FDN. Isto é reiterado pela forte correlação negativa obtida entre níveis de PB e FDN dietéticos. Diante da controvérsia relacionada às variáveis supracitadas, o consumo de matéria seca, embora sem significância estatística, foi positivamente relacionado ao nível de PB dietético. Diante deste embasamento teórico e de evidências experimentais demonstrando o efeito benéfico da ampliação do fornecimento de PB sobre o consumo e digestão da fibra, infere-se que os resultados não possam ser representativos do sistema biológico, em função de elevada influência de efeitos de confundimento sobre os dados analisados.

O consumo de NDT não foi influenciado pelo nível de concentrado das dietas, portanto, as rações propiciaram alta quantidade de nutrientes digestíveis, pois mesmo os níveis mais baixos de concentrado proporcionaram valores semelhantes aos níveis mais elevados de concentrado.

Tabela 3 - Média, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R^2), equações de regressão e níveis de significância (P) para o consumo de nutrientes em ovinos Santa Inês recebendo a rações com diferentes níveis de concentrado.

Variáveis	Níveis de concentrado				R^2	P	CV(%)
	25,0	37,5	50,0	62,5			
Consumo (g/d)							
MS ¹	1069,44	1066,23	1131,45	1304,62	-	NS	16,89
MO ²	881,13	888,96	955,06	1099,01	-	NS	16,52
PB ³	124,44	132,43	205,60	242,98	0,68	0,01	19,12
EE ⁴	17,46	24,32	36,19	40,50	0,76	0,01	17,55
FDN ⁵	563,17	482,14	430,74	399,15	0,40	0,01	15,56
FDN _{CP} ⁶	511,71	430,82	406,29	358,23	0,34	0,01	17,04
FDA ⁷	308,15	260,27	219,60	202,20	0,53	0,01	15,21
CT ⁸	836,62	830,83	811,68	936,58	-	NS	17,11
CNF ⁹	323,54	379,05	397,89	564,96	0,52	0,01	19,02
NDT ¹⁰	529,22	557,31	701,20	869,49	-	NS	20,40
Consumo (% PV)							
MS ¹¹	3,72	3,96	4,03	4,31	0,23	0,03	8,69
FDN ¹²	1,78	1,60	1,44	1,18	0,78	0,01	8,14
Consumo (g/kg ^{0,75})							
MS ¹³	86,18	90,05	92,51	100,84	0,23	0,03	9,55
FDN ¹⁴	41,23	36,37	33,11	27,65	0,75	0,01	8,92

NS = Não significativo; $P < 0,05$; ¹ $\hat{Y} = 1142,93 \pm 139,68^{NS}$; ² $\hat{Y} = 956,04 \pm 117,67^{NS}$; ³ $\hat{Y} = 26,28 + 3,43X$; ⁴ $\hat{Y} = 1,28 + 0,65X$; ⁵ $\hat{Y} = 659,01 - 4,35X$; ⁶ $\hat{Y} = 596,50 - 3,88X$; ⁷ $\hat{Y} = 373,04 - 2,87X$; ⁸ $\hat{Y} = 853,93 \pm 106,44^{NS}$; ⁹ $\hat{Y} = 166,10 + 6,26X$; ¹⁰ $\hat{Y} = 664,30 \pm 123,68^{NS}$; ¹¹ $\hat{Y} = 3,36 + 0,01X$; ¹² $\hat{Y} = 2,42 - 0,02X$; ¹³ $\hat{Y} = 76,14 + 0,37X$; ¹⁴ $\hat{Y} = 55,34 - 0,40X$.

Os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, EE, CT e CNF aumentaram ($P < 0,05$) com o nível de concentrado na ração (Tabela 4). Com relação ao coeficiente de digestibilidade da MS, isto ocorreu devido à maior concentração de carboidratos não-estruturais e à menor concentração de carboidratos estruturais, uma vez que os carboidratos não-estruturais apresentaram digestibilidade aparente acima de 90% e os carboidratos estruturais próximo a 50%, o que refletiu em maior digestão da MS. O comportamento das

digestibilidades aparentes totais da PB e EE pode ser explicado pela redução relativa das perdas endógenas. Para os coeficientes de digestibilidade da FDN, FDN_{cp} e FDA não foram verificados diferenças significativas entre as rações. Menor digestibilidade da FDN com a inclusão de carboidratos não-fibrosos (milho) na dieta foi observada por Valadares Filho et al. (2000) e Detmann et al. (2009). No presente estudo, não houve influência negativa dos carboidratos não-fibrosos sobre a população microbiana celulolítica.

Tabela 4 - Médias, coeficientes de determinação (R^2), coeficiente de variação (CV), níveis de significância (P) e equações de regressão (ER) para os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos Santa Inês recebendo a rações com diferentes níveis de inclusão de concentrado.

Variável	Níveis de inclusão de concentrado (%)				R^2	P	CV(%)
	25,0	32,5	50,0	62,5			
MS ¹	63,39	64,46	69,89	75,30	0,65	0,01	5,00
MO ²	64,47	65,68	71,90	76,63	0,66	0,01	4,95
PB ³	88,50	87,68	92,99	94,27	0,61	0,01	6,46
EE ⁴	44,71	58,13	75,69	79,16	0,84	0,01	9,41
FDN ⁵	54,05	47,43	50,47	49,77	-	NS	15,85
FDN _{CP} ⁶	51,61	43,52	48,86	45,78	-	NS	22,86
FDA ⁷	78,57	76,90	76,85	76,44	-	NS	18,77
CT ⁸	64,91	65,81	70,02	75,60	0,57	0,01	5,10
CNF ⁹	85,84	89,28	90,07	94,10	0,24	0,03	5,37

NS = Não significativo; $P < 0,05$; ¹ $\hat{Y} = 54,28 + 0,33X$; ² $\hat{Y} = 54,73 + 0,34X$; ³ $\hat{Y} = 54,98 + 0,42X$; ⁴ $\hat{Y} = 22,11 + 0,97X$; ⁵ $\hat{Y} = 50,43 + 9,48$; ⁶ $\hat{Y} = 47,44 \pm 10,84$; ⁷ $\hat{Y} = 125696,2 \pm 23598,05$; ⁸ $\hat{Y} = 56,39 + 0,29X$; ⁹ $\hat{Y} = 80,88 + 0,20X$.

A partir das concentrações de FDN e dos respectivos valores de NDT e de digestibilidade total da MS (DIGTMS) das rações, observadas neste trabalho, foram estabelecidas algumas relações e obtiveram-se as seguintes equações lineares: $NDT = 86,0834 - 0,3862 \text{ FDN}$ ($R^2 = 0,93$; $P < 0,01$); e $DIGTMS = 82,5353 - 0,3333 \text{ FDN}$ ($R^2 = 0,87$; $P < 0,05$). Pode-se observar, por meio destas equações, que as concentrações de FDN das rações são inversamente correlacionadas com os níveis de energia expressos em NDT e com a DIGTMS. Em razão dos elevados coeficientes de determinação (R^2) obtidos, estas

equações podem estimar com alguma segurança o valor energético das rações, a partir do seu teor de FDN, que se constitui em análise simples e de custo reduzido. Assim, em rações contendo 50% de FDN, os valores estimados para o NDT e a DIGTMS seriam de 66,77 e 65,87%, respectivamente.

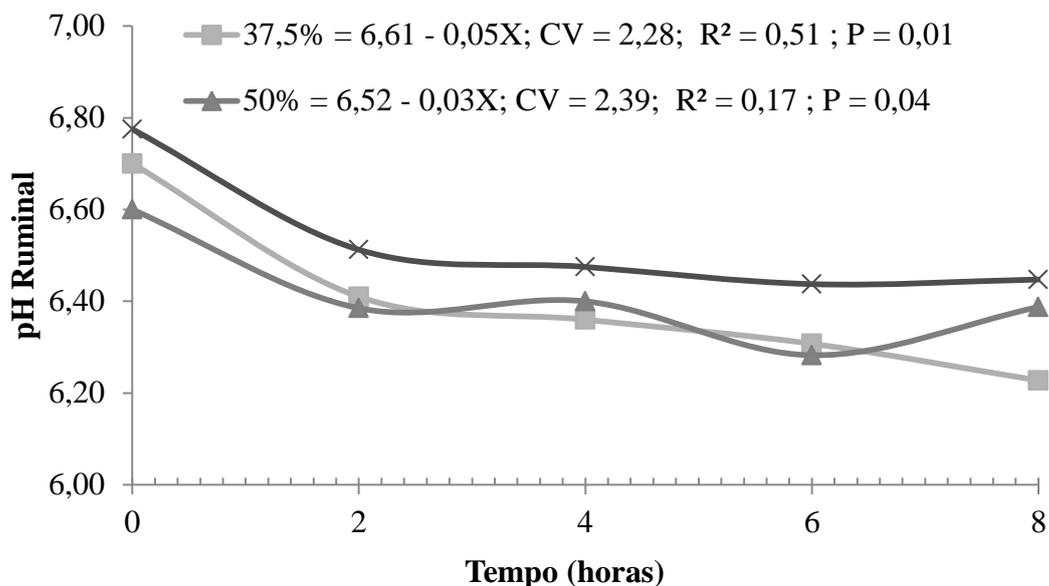


Figura 1 - Estimativa do pH ruminal, em função do tempo de coleta (h), em ovinos Santa Inês recebendo a rações com diferentes níveis de concentrado.

O pH ruminal apresentou comportamento linear para as rações com menores níveis de concentrado (37,5 e 50,0%) e comportamento quadrático para o tratamento experimental com maior nível de concentrado (62,5%) em função do tempo pós-prandial (Figura 1). Cecava et al. (1991) verificaram redução do pH ruminal de 6,10 para 5,86, quando forneceram níveis alto e baixo de fibra para novilhos, sendo este comportamento reflexo da substituição progressiva da FDN por CHO mais solúveis, cuja taxa de fermentação é mais rápida. O declínio no pH ruminal pode ser responsável pela redução na digestibilidade da fibra associada à suplementação com grãos. Ruminantes alimentados com rações à base de volumoso geralmente mantém pH ruminal entre 6,2 e 6,8; enquanto, naqueles consumindo concentrado, o pH varia de 5,8 a 6,6.

Em relação ao tratamento com 25% de inclusão de concentrado não foi observado diferença significativa e função dos tempos de coleta.

Tabela 5 - Estimativas dos valores de pH do líquido ruminal em função dos tempos de coleta para a ração com 25% de inclusão de concentrado.

Nível de concentrado	Tempo de coleta (horas)				
	0	2	4	6	8
25(%) ^{NS}	6,67	6,34	6,26	6,38	6,28

NS = Não significativo; P<0,05.

As rações experimentais influenciaram as concentrações de N-NH₃ apresentando comportamento quadrático para todos os níveis de inclusão de concentrado nas rações experimentais (Figura 2). Em razão das rações terem sido formuladas buscando-se a sincronização da degradação de carboidratos e proteínas, esperava-se que as concentrações de N-NH₃ não variassem com o aumento nos níveis de concentrados ou de energia, mas a resposta contrária, possivelmente, foi devido ao aumento nas concentrações de PB das rações. Assegurar adequada concentração de N-NH₃ no rúmen, a fim de suprir a maioria do nitrogênio para o crescimento microbiano, é a primeira prioridade na otimização da digestão fermentativa do volumoso. Embora exista a sugestão de 5mg N-NH₃/dL de líquido ruminal sejam suficientes para a manutenção da atividade microbiana ruminal, Leng (1990), ao sumarizar vários dados de literatura, relatou que são necessários cerca de 10mg N-NH₃/dL para maximizar a digestão ruminal e valores próximos a 20mg N-NH₃/dL para maximizar o consumo. Detmann et al. (2009), parametrizando a relação entre N e utilização de FDN, no que se refere a N amoniacal ruminal, concluíram que 8 a 15mg NAR/dL, no fluido ruminal, seriam suficientes para maximização da degradação da fibra e do consumo, respectivamente. As concentrações máximas estimadas, nesta pesquisa, foram de 8,70; 14,02; 19,64; 12,49mg /100mL, para as rações com 25,0; 37,5; 50,0 e 62,5% de concentrado, respectivamente

Van Soest (1994) citou como nível ótimo, 10 mg/100 mL de amônia no líquido ruminal, valor que não deve ser considerado fixo, pois varia conforme a capacidade de síntese de proteína microbiana, a disponibilidade de substrato e a taxa de fermentação dos carboidratos. As concentrações médias de amônia ruminal obtidas com as rações experimentais neste estudo foram próximas ao valor citado por Van Soest (1994) e não limitaram a eficiência de síntese microbiana.

Destaca-se que níveis elevados de NAR podem significar maiores perdas de nitrogênio no sistema, uma vez que, para haver síntese de proteína microbiana e,

consequentemente, aproveitamento desse nitrogênio do líquido ruminal, deverá existir disponibilidade de esqueletos de carbono em sincronia com degradação de proteína no rúmen, o que não ocorre em dietas com teores de amido e carboidratos não estruturais reduzidos e/ou com fontes de energia provenientes de lipídios, o que deve acarretar perda de energia, na forma de ATP, para transformação em ureia pelo fígado, para excreção urinária.

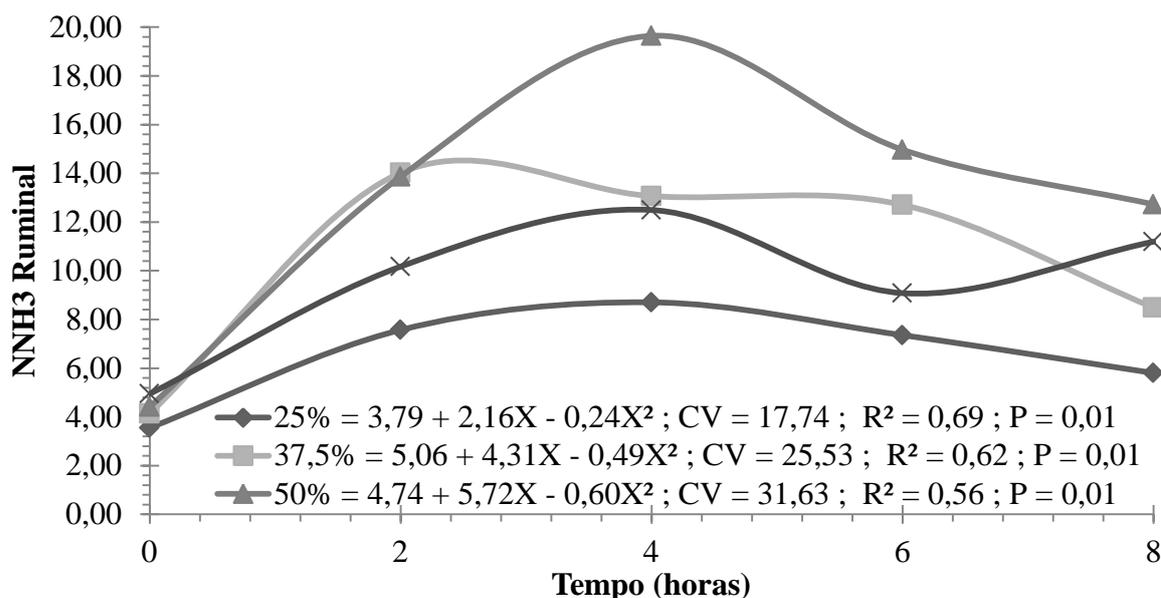


Figura 2 – Estimativa do NNH₃, em função do tempo de coleta (h), em ovinos Santa Inês recebendo a rações com diferentes níveis de concentrado.

A ingestão de nitrogênio apresentou comportamento linear crescente ($P < 0,01$) entre os animais que receberam níveis crescentes de concentrado, provavelmente em virtude da maior concentração de proteína bruta na dieta dos animais mantidos com maior nível de concentrado, como reflexo dos maiores teores de nitrogênio (Tabela 6). Aumento no consumo de nitrogênio com o aumento do teor de proteína bruta da dieta tem sido observado em vários estudos (VALADARES et al., 1997; ÍTAVO et al., 2002; RENNÓ et al., 2008; CAVALCANTE et al., 2006). Os níveis de concentrado não influenciaram a excreção de N fezes ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) e N urina ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$). O balanço de nitrogênio foi positivo em todos os animais recebendo diferentes níveis de concentrado, indicando que houve retenção de proteína no organismo animal, proporcionando condições para que não ocorresse perda de peso dos animais experimentais, mesmo quando foi fornecida a ração com baixa inclusão de concentrado. Os valores de nitrogênio ureico plasmático (NUP) diferiram entre os animais recendo diferentes rações, apresentando comportamento quadrático. O

comportamento observado para concentração de nitrogênio ureico no soro está de acordo com os níveis de proteína bruta nas rações, o que ocasionou maior consumo de nitrogênio para essas rações.

Tabela 6 - Média, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R^2), equações de regressão e níveis de significância (P) para o balanço de compostos nitrogenados em ovinos Santa Inês recebendo a rações com diferentes níveis de concentrado.

Variáveis	Níveis de inclusão de concentrado (%)				R^2	P	CV(%)
	25,0	37,5	50,0	62,5			
N consumido ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) ¹	19,91	21,19	32,90	38,88	0,68	0,01	19,12
N fezes ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) ²	6,73	6,99	6,48	8,12	-	NS	17,08
N urina ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) ³	5,91	7,18	8,44	8,75	-	NS	15,67
Balanço de N ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) ⁴	7,27	7,02	17,98	22,01	0,62	0,01	35,90
NUP ($\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$) ⁵	26,88	58,40	60,80	56,98	0,86	0,01	3,44

¹ $\hat{Y} = 4,21 + 0,55x$; ² $\hat{Y} = 7,08 \pm 1,21$; ³ $\hat{Y} = 0,86 \pm 0,13$; ⁴ $\hat{Y} = - 5,75 + 0,44x$; ⁵ $\hat{Y} = 0,33 + 0,06x - 0,0006x^2$; $P < 0,05$; NS = Não significativo.

Segundo Broderick & Clayton (1997), a ureia é a forma primária de excreção de nitrogênio em mamíferos e sua concentração no plasma sanguíneo é bastante conhecida por refletir ineficiência na utilização da PB dietética. Os teores de NUP refletiram variações no metabolismo proteico. Apesar de o NUP ter elevada correlação positiva com os teores de PB da dieta (BRODERICK e CLAYTON, 1997; JONKER ET AL., 1998; CHIZZOTI et al., 2006; HOJMAN et al., 2004; NOUSIAINEN et al., 2004), Van Soest (1994) relatou que a quantidade de ureia reciclada é relativamente independente do nitrogênio dietético, desde que o tamanho do *pool* de ureia na corrente sanguínea esteja abaixo do controle homeostático fisiológico, e tende a ser constante. Assim, é possível que o *pool* de ureia no plasma tenha sido afetado pelo nitrogênio dietético. Valadares et al. (1997a,b) e Valadares et al. (1999) demonstraram que a concentração sérica de ureia está positivamente relacionada à ingestão de nitrogênio. Os teores de nitrogênio ureico no soro têm sido utilizados para obtenção de informações sobre o perfil da nutrição protéica de ruminantes, envolvendo suas respostas metabólicas a determinadas dietas (CHIZZOTTI et al., 2006). Nesse sentido, a concentração sérica de ureia está relacionada à utilização da

proteína bruta da dieta e maiores concentrações podem caracterizar ineficiência na utilização da proteína e maiores perdas de energia. Rennó et al. (2000) observaram aumento linear na concentração plasmática de ureia com o incremento dos níveis de proteína bruta na dieta.

Valadares et al. (1997a,b), em pesquisa com novilhos alimentados com dietas contendo 7,0; 9,5; 12,0 e 14,5% de proteína bruta, observaram influência do teor proteico da dieta sobre os níveis de nitrogênio ureico no plasma, que foram de 8,1; 9,1; 15,7 e 19,5 mg/dL, respectivamente. Butler et al. (1995) sugeriram que, quando o nitrogênio ureico no soro excede 19-20 mg/dL, a taxa de concepção pode ser reduzida em aproximadamente 20,0%. O atendimento das exigências protéicas dos animais, por meio da correta formulação de dietas, é uma das formas de evitar que excessos de ureia sejam excretados para o ambiente, medida importante para reduzir o impacto ambiental nos sistemas de produção e que evita prejuízos financeiros, uma vez que a proteína verdadeira é o nutriente de maior custo na dieta dos ruminantes.

CONCLUSÃO

Nas condições em que foi conduzido o presente ensaio, conclui-se que a adição de concentrado nas rações influencia o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes, os parâmetros ruminais e promove maior retenção de compostos nitrogenados no corpo de ovinos da raça Santa Inês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.

ALLEN, M.S., Physical constraints of voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**. v.74, n.12, p. 3063–3075, 1996.

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

BRODERICK, G.A. **Use of milk urea as an indicator of nitrogen utilization in lactating dairy cow**. Washington: USDA Agricultural Research Service; US Dairy Forage Research Center, 1995, 122p. (Research Summaries).

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.

BUTLER, W.R.; CHERNEY, D.J.R.; ELROD, C.C. **Milk urea nitrogen (MUN) analysis: field trial results on conception rates and dietary inputs**. In: CORNELL PROCEEDINGS CONFERENCE, 1., 1995, Ithaca. Proceedings... Ithaca: Cornell University, 1995, p.89-95.

CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo, digestibilidade total e desempenho produtivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.711-719, 2005a.

CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo e digestibilidades total e parcial dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2200-2208, 2005b (supl.).

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

CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; BERGER, L.L. et al. Effects of dietary energy level and protein source on nutrient digestion and ruminal nitrogen metabolism in steers. **Journal of Animal Science**, v.69, p.2230-2243, 1991.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1813-1821, 2006.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.1, p.138-146, 2007.

COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres. 1979, 380p.

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T. Suplementação de novilhos mestiços durante a época das águas: parâmetros ingestivos e digestivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1340-1349, 2001.

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; MANTOVANI, H. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SAMPAIO, C.B.; SOUZA, M. A.; LAZZARINI, I.; DETMANN, K.S.C. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using *Michaelis-Mertens* kinetics. **Livestock Science**, v. 126, p. 136-146, 2009.

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

GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; ERKEL, J. A. et al. Consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com resíduo de cervejaria fermentado. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 69-76, 2010.

HALL, M.B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. **Gainesville: University of Florida**, 2000, p 25 (Bulletin, 339).

HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**. Savoy, v. 63, p. 1707-1728, 1980.

HOJMAN, D.; O. KROLL, G.; ADIN, M. et al. Relationships between milk urea and production, nutrition and fertility traits in Israeli dairy herds. **Journal of Dairy Science**. v.87, p.1001-1011, 2004.

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

ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Níveis de Concentrado e Proteína Bruta na Dieta de Bovinos Nelore nas Fases de Recria e Terminação: Consumo e Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, supl.2, p.1033-1041, 2002.

JONKER, J.S., KOHN, R.A., ERDMAN, R.A. 1998. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 81:2681-2692.

KITTESSA, S.; FLINN, P.C.; IRISH, G.G. Comparison of methods used to predict the in vivo digestibility of feeds in ruminants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, p.825-841, 1999.

LAPIERRE, H.; LOBLEY, G.E. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. **Journal of Dairy Science**, v.84, supl.E, p.223-236, 2001.

LENG, R.A.; NOLAN, J.V. Nitrogen-metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.5, p.1072-1089, 1984.

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

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, Lavras. Anais... Lavras: **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, p.188-219, 1992.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy. p.450-493, 1994.

MERTENS, D.R. FDN fisicamente efetivo e seu uso na formulação de ração para vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: **Novos conceitos em nutrição**, 2., Lavras. Anais... Lavras:Universidade Federal de Lavras. p.38, 2001.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds using refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal. AOAC International**. v.85, p.1217–1240, 2002.

MOULD, F.L.; ØRSKOV, E.R.; MANNING, O. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen pH on cellulolysis *in vivo* and dry matter digestion of various roughages. **Animal Feed Science and Technology**, v.10, p.15-30, 1983.

NOUSIAINEN, J.; SHINGFIELD, K.J.; HUHTANEN, P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **Journal of Dairy Science**. v.87, p.386-398, 2004.

NOLAN, J.V. Nitrogen kinetics. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds.). Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. **Cambridge: University Press**. p.123-144, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Predicting feed intake of food-producing animals**. Washington, D.C.: National Academy Press, 85p, 1987.

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

NRC, National Research Council. Nutrients requirements of sheep. Washington: **National Academies Press**. 362p, 2007.

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

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

PEREIRA, J. C.; GONZÁLEZ, J.; OLIVEIRA, R. L. Cinética de degradação ruminal do bagaço de cevada submetido a diferentes temperaturas de secagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 1125-1132, 1999.

PEREIRA, K.P.; VÉRAS, A.S.C.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, Â.M.V.; MARQUES, K.A.; FOTIUS, A.C.A.; Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 29, n. 4, p. 433-440, 2007.

PESSOA, R. A. S.; LEÃO, M. I.; FERREIRA, M. A. et al. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-deaçúcar e ureia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.941-947, 2009.

RIBEIRO, K.G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G. et al. Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia e pH ruminais, em bovinos recebendo dietas contendo feno de capim-Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.581-588, 2001.

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

RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C; PAULINO, M.F. et al. Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: parâmetros ruminais, uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.556-562, 2008.

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, n.4, p.1235-1243, 2000.

RUSSELL, J.B. **Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition**. Ithaca: James B. Russell. 119p, 2002.

RUSSELL, R. B.; Breed, J. & Barton, G. J. **Conservation analysis and secondary structure prediction of the sh2 family of phosphotyrosine binding domains**. *FEBS Lett.* 304, 15-20, 1992.

SAS INSTITUTE. **The SAS system for Windows**. Realease 8.01. Cary, 2000.

SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentdiet on ruminal microbial protein production "in vitro". **British Journal of Nutrition.**, v.32, n.2, p.199-208, 1974.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Editora UFV. p.235, 2002.

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, n.11, p.3562-3577, 1992.

STAPLES, C.R.; GARCIA-BOJALIL, C.; OLDICK, B.S. et al. Protein intake and reproductive performance of dairy cows: a review, a suggested mechanism and a blood and milk urea measurements. In: **Animal Florida Ruminant Nutrition Symposium**, 4. 1993. Gainesville. Proceedings... Gainesville: University of Florida. p.37-52, 1993.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de ureia plasmática e excreções de ureia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 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, n.6, p.1270-1278, 1997b.

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 derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

VASCONCELOS, A. M.; LEÃO, M. I., VALADARES FILHO, S.C. et al. Parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja e seus subprodutos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.425-433, 2010.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca, New York (USA): Cornell University Press. 476p, 1994.