

ÉBER CAVASSIN

EFEITO DA PROTEÍNA PROTEGIDA DE SOJA SOBRE O DESEMPENHO DE CORDEIROS EM CONFINAMENTO

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. José Luciano Andriguetto

CURITIBA
2000




PARECER


A Comissão Examinadora da Defesa de Tese do Candidato ao Título de Mestre em Ciências Veterinárias, Área Produção Animal ÉBER CAVASSIN após a realização desse evento, exarou o seguinte Parecer:

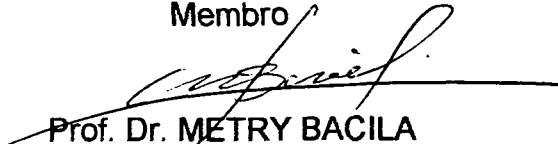
- 1) A Tese, intitulada **“EFEITO DE PROTEÍNA PROTEGIDA DE SOJA SOBRE O DESEMPENHO DE CORDEIROS EM CONFINAMENTO”** foi considerada, por todos os Examinadores, como um louvável trabalho, encerrando resultados que representam importante progresso na área de sua pertinência.
- 2) O Candidato se houve muito bem durante a Defesa de Tese, respondendo a todas as questões que foram colocadas.

Assim, a Comissão Examinadora, ante os méritos demonstrados pelo Candidato, atribuiu o conceito “A” concluindo que faz jus ao Título de Mestre em Ciências Veterinárias, Produção Animal.

Curitiba, 21 de janeiro de 2000.


Prof. Dr. JOSÉ LUCIANO ANDRIGUETTO
Presidente/Orientador


Prof. Dr. GILBERTO ALVES DE SOUZA
Membro


Prof. Dr. MÉTRY BACILA
Membro

À minha esposa, Ediane,
pelo amor e companheirismo
durante todos esses anos.

Aos meus pais, Elvira e Osmar,
pelos exemplos de vida e dedicação.

Aos meus filhos, Lucas e Letícia,
por me confiarem o mundo na promessa
de devolvê-lo melhor quando crescerem.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo...

Ao professor José Luciano Andriguetto pela amizade, confiança, paciência e orientação competente durante esta etapa.

Ao professor José Milton Andriguetto pela amizade, oportunidade e exemplo de profissionalismo.

Ao professor Metry Bacila pela colaboração e exemplo de dedicação e amor à pesquisa.

À professora Cristiane Otto e ao colega José Luiz de Sá, minha eterna gratidão pela amizade e colaboração para que esse trabalho pudesse ser desenvolvido.

À professora Maria José Dutra pela amizade e incentivo para que essa etapa pudesse ser iniciada.

Ao colega Luís Augusto Martin Gelinski pela colaboração.

Aos irmãos Adriana, Salete e Osiel, pelo incentivo e carinho.

Ao Ewerton e à Sonia pela amizade, confiança e colaboração.

Aos meus segundos pais, Flora e Edgar, pelo carinho e acolhimento.

A todos que colaboraram de alguma forma para que esta etapa pudesse ser concluída.

Aos animais por existirem.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. ENGORDA DE CORDEIROS.....	4
2.2. FONTES DE PROTEÍNA PARA RUMINANTES.....	5
2.2.1. Proteína Microbiana.....	5
2.2.2. Proteína protegida ou não degradada da dieta.....	6
2.2.3. Proteína endógena.....	6
2.3. FORMAS DE NITROGÊNIO ALIMENTAR.....	6
2.4. DEGRADAÇÃO E SÍNTESE DA PROTEÍNA NOS PRÉ-ESTÔMAGOS DOS RUMINANTES.....	7
2.5. FATORES RELACIONADOS COM A DEGRADAÇÃO E A SÍNTESE DE PROTEÍNAS.....	9
2.5.1. Tempo de retenção da ingesta no rúmen.....	10
2.5.2. Efeito do pH ruminal.....	11
2.5.3. Presença de aminoácidos.....	11
2.5.4. Nível de nitrogênio amoniacal no rúmen.....	12
2.5.5. Disponibilidade de energia.....	13
2.5.6. Presença de protozoários.....	13
2.5.7. Presença de lipídeos.....	14
2.5.8. Resistência da proteína à proteólise.....	14
2.5.9. Solubilidade.....	15
2.6. QUALIDADE DA PROTEÍNA MICROBIANA.....	17
2.7. DIGESTÃO INTESTINAL E ABSORÇÃO DE AMINOÁCIDOS.....	19

2.8. EXIGÊNCIAS PROTÉICAS DOS RUMINANTES.....	20
2.9. AMINOÁCIDOS LIMITANTES PARA RUMINANTES.....	22
2.10. SUPLEMENTAÇÃO DE AMINOÁCIDOS LIMITANTES.....	24
2.11. PROTEÍNA PROTEGIDA DA DEGRADAÇÃO RUMINAL.....	24
2.12. FONTES PROTÉICAS DE BAIXA DEGRADAÇÃO RUMINAL.....	27
2.13. O SOJA COMO SUPLEMENTO PROTÉICO PARA RUMINANTES.....	28
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1. ANIMAIS E MANEJO.....	31
3.2. TRATAMENTOS.....	31
3.3. PARÂMETROS AVALIADOS.....	32
3.3.1. Composição química dos alimentos e da ração.....	33
3.3.2. Ganho de peso.....	34
3.3.3. Consumo de ração.....	34
3.3.4. Conversão alimentar.....	35
3.3.5. Características de carcaça.....	35
3.3.5.1. Rendimento de carcaça.....	35
3.3.5.2. Gordura perirenal.....	36
3.3.5.3. Área de olho de lombo.....	36
3.3.6. Níveis plasmáticos de glicose e uréia.....	36
3.3.7. Análise estatística.....	37
4. RESULTADOS.....	38
4.1. GANHO DE PESO.....	38
4.2. CONSUMO ALIMENTAR.....	39
4.3. CONVERSÃO ALIMENTAR.....	39
4.4. CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA.....	40
4.4.1. Peso de carcaça quente.....	40
4.4.2. Rendimento de carcaça.....	41
4.4.3. Gordura perirenal.....	41
4.4.4. Área de olho de lombo.....	41
4.5. CONCENTRAÇÕES PLASMÁTICAS DE GLICOSE E URÉIA.....	42

4.5.1. Concentração plasmática de glicose.....	42
4.5.2. Concentração plasmática de uréia.....	43
5. DISCUSSÃO.....	45
5.1. GANHO DE PESO.....	45
5.2. CONSUMO ALIMENTAR.....	50
5.3. CONVERSÃO ALIMENTAR.....	52
5.4. CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA.....	53
5.5. NÍVEIS PLASMÁTICOS DE GLICOSE E URÉIA.....	55
6. CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

LISTA DE TABELAS

1	PROPORÇÕES DOS INGREDIENTES NAS RAÇÕES EXPERIMENTAIS.....	32
2	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ALIMENTOS CONTITUINTE E DAS RAÇÕES TOTAIS RELATIVAS AOS 3 TRATAMENTOS.....	34
3	PESO MÉDIO INICIAL, PESO MÉDIO FINAL, GANHO MÉDIO DE PESO TOTAL E GANHO MÉDIO DE PESO DIÁRIO DE CORDEIROS MACHOS EM CONFINAMENTO, COM IDADE INICIAL MÉDIA DE 3,5 MESES E GRAU DE SANGUE MÉDIO DE 73% SUFFOLK , EM CONSUMO VOLUNTÁRIO DE DIETA ISOPROTÉICA E ISOCALÓRICA, DURANTE 39 DIAS DE TRATAMENTO.....	38
4	CONSUMO MÉDIO TOTAL E DIÁRIO EM MATÉRIA FRESCA (MF) DA RAÇÃO, CONSUMO MÉDIO DIÁRIO DE MATÉRIA SECA E CONVERSÃO ALIMENTAR DE CORDEIROS MACHOS EM CONFINAMENTO, COM IDADE INICIAL MÉDIA DE 3,5 MESES E GRAU DE SANGUE MÉDIO DE 73% SUFFOLK, EM CONSUMO VOLUNTÁRIO DE DIETA ISOPROTÉICA E ISOCALÓRICA, DURANTE 39 DIAS DE TRATAMENTO.....	40
5	PESO DE CARÇA QUENTE, RENDIMENTO DE CARÇA, GORDURA PERIRENAL E ÁREA DE OLHO DE LOMBO ESQUERDA E DIREITA DE CORDEIROS MACHOS EM CONFINAMENTO, COM IDADE INICIAL MÉDIA DE 3,5 MESES E GRAU DE SANGUE MÉDIO DE 73% SUFFOLK, EM CONSUMO VOLUNTÁRIO DE DIETA ISOPROTÉICA E ISOCALÓRICA, DURANTE 39 DIAS DE TRATAMENTO.....	42

6	NÍVEIS PLASMÁTICOS DE GLICOSE DE CORDEIROS MACHOS EM CONFINAMENTO, COM IDADE INICIAL MÉDIA DE 3,5 MESES E GRAU DE SANGUE MÉDIO DE 73% SUFFOLK, EM CONSUMO VOLUNTÁRIO DE DIETA ISOPROTÉICA E ISOCALÓRICA, DURANTE 39 DIAS DE TRATAMENTO.....	43
7	NÍVEIS PLASMÁTICOS DE URÉIA DE CORDEIROS MACHOS EM CONFINAMENTO, COM IDADE INICIAL MÉDIA DE 3,5 MESES E GRAU DE SANGUE MÉDIO DE 73% SUFFOLK, EM CONSUMO VOLUNTÁRIO DE DIETA ISOPROTÉICA E ISOCALÓRICA, DURANTE 39 DIAS DE TRATAMENTO.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS

CA	CONVERSÃO ALIMENTAR
EE	EXTRATO ETÉREO
EM	ENERGIA METABOLIZÁVEL
EL	ENERGIA LÍQUIDA
ENN	EXTRATIVOS NÃO NITROGENADOS
FB	FIBRA BRUTA
FDA	FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO
FDN	FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO
MF	MATÉRIA FRESCA
MS	MATÉRIA SECA
NDT	NUTRIENTES DIGESTÍVEIS TOTAIS
N-NH ₃	NITROGÊNIO AMONÍACAL
PB	PROTEÍNA BRUTA
PDR	PROTEÍNA DEGRADÁVEL NO RÚMEN
PNDR	PROTEÍNA NÃO DEGRADÁVEL NO RÚMEN
PV	PESO VIVO
RM	RESÍDUO MINERAL

RESUMO

O presente experimento foi conduzido com o objetivo de comparar a eficiência de três formas de proteína de soja na alimentação de cordeiros confinados. Utilizaram-se 21 cordeiros machos que foram distribuídos em blocos ao acaso em três grupos de tratamentos: T1 = farelo de soja (n = 7); T2 = soja integral tostado (n = 7); T3 = proteína protegida de soja ("Soy Pass II") (n = 7). As três rações experimentais foram balanceadas de acordo com o NRC (1985) e continham os mesmos teores de proteína bruta (18% da MS), energia metabolizável (2370 kcal/kg da MS) e fibra em detergente neutro (38% da MS), diferindo apenas quanto à fonte principal de proteína. As rações, contendo 70% de concentrado, foram oferecidas para consumo voluntário duas vezes ao dia. O delineamento em blocos ao acaso foi utilizado para controlar a variabilidade de peso inicial e grau de sangue. Os resultados médios obtidos para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar não diferiram significativamente entre os tratamentos ($P > 0,05$). Quanto às características de carcaça, não foram observadas diferenças significativas por efeito dos tratamentos ($P > 0,05$) para o peso de carcaça quente e para a área de olho de lombo. A taxa de rendimento de carcaça foi significativamente menor ($P = 0,055$) para o T3 em comparação com o T1 e o T2, que assemelharam-se entre si. A porcentagem de gordura perirrenal em relação ao peso de carcaça foi significativamente menor ($P = 0,073$) para o T3 em comparação com o T1 e o T2, que não diferiram entre si. Quanto aos níveis plasmáticos de glicose e uréia, não foram observadas diferenças significativas dos níveis de glicose plasmática entre os tratamentos ($P > 0,05$), os quais se mantiveram estáveis durante todo o período experimental. Porém, os níveis plasmáticos de uréia aumentaram consideravelmente entre a segunda e a terceira semana após o início dos tratamentos, sendo que a elevação da concentração de uréia no plasma foi significativamente menor ($P < 0,05$) para o T1 em comparação com o T2 e o T3, que não diferiram entre si. A proteína protegida de soja parece ter comprometido o rendimento da atividade microbiana ruminal e reduzido o valor biológico da proteína que alcança o intestino delgado do ruminante nas condições do presente experimento. A dieta com o Soy Pass II (T3) mostrou-se aparentemente menos eficiente para o crescimento de cordeiros, tanto pela menor deposição de tecido muscular, conforme evidenciado pelo menor rendimento de carcaça, quanto pela menor eficiência do metabolismo energético e protéico, conforme evidenciado pela menor deposição de gordura perirrenal e pelo maior desperdício de nitrogênio e energia na forma de uréia.

ABSTRACT

This work was carried out with the objective to evaluate the effects of three forms of soy protein with different contents of rumen degraded protein (RDP) on performance, carcass characteristics and plasma urea and glucose levels of confined growing lambs. Twenty one male lambs were assigned to three treatments, on a block randomized design: T1 = soybean meal (n=7); T2 = toasted whole soybean (n=7); T3 = protected soybean protein ("Soy Pass II") (n=7). The three experimental diets were formulated to contain the same levels of crude protein (18% of DM), metabolizable energy (2370 kcal/kg of DM), neutral-detergent fiber (38% of DM). Rations containing 70% concentrate and differing only in the main protein source were offered ad libitum twice a day. The block randomized design was used to avoid the initial weight and genetic potential variability. The average value of weight gain, feed intake and feed efficiency were not affected by treatment ($P>0,05$). There were no effects ($P>0,05$) of protected soybean protein on carcass weight and Longissimus dorsi muscle area. The carcass yield of lambs receiving protected protein of "Soy Pass II" (T3) was significantly lower ($P=0,055$) than the observed on animals receiving the treatments T1 (soybean meal) and T2 (toasted whole soybean), as well as the percentage of perirenal fat ($P=0,073$). No effect of treatment ($P>0,05$) was observed on plasma glucose concentration, which did stay the same during all experimental period. However the plasma urea levels increased after the second week of treatment and that increase was significantly lower ($P<0,05$) in T1 than T2 and T3. The protected protein of soybean has apparently reduced the rumen microbial yield and decreased the biological value of protein reaching the small intestine of the ruminant in these experimental conditions. The diet containing "Soy Pass II" has apparently decreased the performance of the growing lambs with a reduced deposition of muscle tissue and efficiency of energy and protein metabolism.

1. INTRODUÇÃO

Práticas de manejo mais apuradas e principalmente o melhoramento genético praticado sobre a espécie ovina têm aumentado consideravelmente a capacidade produtiva desta espécie nas últimas décadas, principalmente no que diz respeito à produção de carne. Os ovinos passaram a apresentar maior ritmo de crescimento, maior ganho de peso, melhor conversão alimentar e maior rendimento de carcaça, e naturalmente suas necessidades nutricionais tornaram-se mais elevadas. Ainda, devido ao aumento da demanda por produtos cárneos com menor infiltração de gordura, coloca-se a questão da obtenção de uma melhor composição do ganho de peso através de um acúmulo maior de proteína em relação ao de gordura. Consequentemente, alguns nutrientes podem tornar-se limitantes à máxima expressão do potencial genético de produção, principalmente quando se consideram os sistemas tradicionais de alimentação baseados quase que exclusivamente em alimentos volumosos.

Entre os nutrientes a serem supridos, a proteína tem recebido atenção especial tanto pelo seu requerimento como pelo seu custo serem relativamente altos. As necessidades protéicas dos ruminantes são reflexo das exigências do animal e dos microorganismos que habitam o rúmen. Abandonado o conceito de que a qualidade da proteína da dieta é de importância secundária para o equilíbrio nutricional dos ruminantes, sabe-se hoje que a proteína microbiana, sintetizada no rúmen, não atende as exigências do hospedeiro de elevada capacidade de produção, principalmente no que diz respeito ao perfil e à quantidade de alguns aminoácidos. Embora uma parte da proteína ingerida pelo ruminante passe pelo rúmen sem sofrer degradação, essa proteína normalmente apresenta baixo valor biológico quando se trata de proteína de forragens. Assim, o animal ruminante de alto potencial genético terá sua capacidade produtiva limitada, caso esteja apresentando deficiências em determinados aminoácidos, os quais não estão sendo supridos nem pela proteína microbiana nem pela proteína não degradada

da dieta, em quantidades suficientes para atender as suas exigências nutricionais. Desta forma, para ruminantes de alta capacidade de produção, é importante a suplementação de quantidades adicionais de proteína de alto valor biológico e baixa degradabilidade no rúmen, como forma de complementar as exigências nutritivas em aminoácidos do animal.

Na exploração da ovinocultura de corte, a categoria de cordeiros destinados a engorda é uma das que apresenta as mais altas exigências protéicas. Faz-se necessário, portanto, uma suplementação com fontes protéicas que tomem disponível, no intestino delgado desses animais, os aminoácidos em quantidade e qualidade suficientes para a máxima expressão de sua capacidade produtiva. Esse objetivo só é atingido quando se encontram, na dieta, proteínas que apresentem baixa degradabilidade ruminal e alto valor biológico da fração não degradada no rúmen. Com a finalidade de obtenção desses alimentos, a custos compatíveis com a produção, é que vêm se desenvolvendo uma série de estudos visando principalmente: a) identificar fontes de proteína naturalmente protegidas e de alto valor biológico; b) analisar os efeitos de tratamentos físicos e químicos, efetuados sobre uma fonte protéica, sobre a quantidade e qualidade da proteína protegida; c) analisar a complementaridade entre duas ou mais fontes de proteína.

O tratamento das fontes protéicas das dietas com vários agentes como o calor, NaOH, tanino, formaldeído e outros, visam diminuir a degradabilidade da proteína no rúmen com mínimo prejuízo da digestibilidade total para o ruminante. A razão para essa manipulação da degradabilidade ruminal de uma proteína é a de aumentar a oferta e o balanço de aminoácidos disponíveis para digestão, absorção e utilização pelos ruminantes.

No presente trabalho, utilizou-se um sub-produto do processamento do soja, submetido a um tratamento térmico após a inclusão de 2,5% de um açúcar redutor, como fonte de proteína de alta qualidade e baixa degradabilidade no rúmen, para engorda de cordeiros em confinamento. O objetivo desse

experimento foi verificar a contribuição da inclusão dessa matéria-prima como principal fonte de proteína da dieta, de acordo com os seguintes parâmetros:

- a) Ganho de peso, consumo alimentar, conversão alimentar e características de carcaça;
- b) Níveis sanguíneos de glicose e uréia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ENGORDA DE CORDEIROS

No que se refere a engorda de cordeiros, a literatura disponível é escassa com respeito aos diferentes sistemas de terminação, uma vez que são raras as descrições de estudos comparativos entre acabamento a pasto ou em sistemas mais intensivos, como, por exemplo, com suplementação alimentar a pasto ou em confinamento.

CHURCH (1984) afirma que o peso ideal do cordeiro gordo, exigido pelo mercado, é de aproximadamente 45 Kg, resultando em carcaças de cerca de 20 Kg. No Brasil, por questões de tradicionalismos, prefere-se uma carcaça de cordeiro mamão com peso variando entre 9,0 a 14,0 Kg, o que é conseguido com cordeiros ao pé da mãe e a pasto com idade que varia de 3 a 5 meses dependendo da qualidade da pastagem e da suplementação alimentar. De acordo com CHURCH (1984), pode ser atingido o peso vivo de 45 Kg entre os 3 e 4 meses (idade ideal para o abate) desde que sejam utilizadas forragens de alto valor nutritivo e uma quantidade suficiente de concentrados para atender às exigências nutricionais para o ganho de peso. O mesmo autor afirma que, mesmo assim, alguns animais podem não alcançar os 45 Kg com a idade ideal, sendo necessário que os mesmos sejam terminados em currais de engorda (confinamento) por um curto período de tempo. O mesmo autor, ainda, sugere proceder o desmame precoce, entre as 6 e 8 semanas de idade, para os cordeiros que serão destinados ao confinamento.

A crescente demanda por carcaças magras, que se obtém com maior sucesso de cordeiros abatidos precocemente, aumenta a importância de se atingir um perfeito equilíbrio da dieta, buscando-se a composição ideal de carcaça exigida pelo mercado (CAMPBELL, 1988). CHURCH (1984) e HUSSEIN & JORDAN (1991b) recomendam a utilização de fontes de proteína de alto valor biológico e

baixa degradabilidade ruminal na alimentação de cordeiros desmamados precocemente, visto que estes animais apresentam uma alta exigência protéica, a qual geralmente não é atendida pela proteína microbiana, principalmente nas primeiras semanas após o desmame quando a ingestão alimentar é relativamente baixa.

2.2. FONTES DE PROTEÍNA PARA RUMINANTES

Os aminoácidos disponíveis para absorção no intestino delgado dos ruminantes são originários da proteína microbiana, da proteína da dieta não degradada no rúmen porém digerida no intestino e pela proteína endógena (CHALUPA, 1974; STORM & ORSKOV, 1984).

2.2.1. Proteína Microbiana

Esta proteína, a mais importante fonte de aminoácidos para os ruminantes, é sintetizada a nível de rúmen pelos microorganismos ali presentes (bactérias e protozoários), que compõe a microflora e a microfauna ruminal. Para que a síntese protéica seja realizada por esses microorganismos, é necessário que existam compostos nitrogenados disponíveis a nível de rúmen, sendo que essas fontes de nitrogênio são basicamente derivadas da proteína da dieta e do nitrogênio não protéico (ORSKOV, 1982).

2.2.2. Proteína protegida ou não degradada da dieta

A proteína ingerida que passa para o intestino delgado sem ser degradada no rúmen é frequentemente chamada de proteína protegida ou proteína *bypass* (CHALUPA, 1974). Esta proteína pode ser separada em duas frações: a proteína que é resistente ao ataque microbiano no rúmen e a proteína que passa para o intestino delgado sem se misturar completamente com o conteúdo ruminal, escapando assim do ataque microbiano no rúmen. O termo proteína protegida ou não degradada é mais utilizado para o caso da primeira fração, enquanto que o termo proteína *bypass* deve ser utilizado para o caso da segunda fração (NRC, 1985b).

2.2.3. Proteína endógena

A contribuição da proteína endógena, resultante de secreções e de descamação de células, é em quantidade muito pequena em relação ao total de proteína que chega a nível de intestino delgado. A maior parte da proteína encontrada no intestino delgado do ruminante é formada por proteína microbiana e por proteína que escapa da degradação ruminal (MANTYSAARI et al., 1989).

2.3. FORMAS DE NITROGÊNIO ALIMENTAR

Os compostos nitrogenados à disposição dos microorganismos do rúmen variam amplamente. CHURCH (1974) cita que tais compostos compreendem: a) proteínas de diferentes naturezas, as quais diferem marcadamente em solubilidade e conteúdo em aminoácidos; b) proteínas nucleares que contém diversas bases púricas e pirimídicas; c) compostos variados formados por

nitrogênio não protéico tais como: aminoácidos, peptídeos, amidas, aminas, aminas voláteis, sais de amônio, nitratos e nitritos; e d) compostos tais como a uréia e o biureto que podem ser incluídos intencionalmente nas rações de ruminantes.

De acordo com VAN SOEST (1994), a proteína verdadeira corresponde a aproximadamente 60 a 80% do nitrogênio total de uma planta, sendo que o restante é composto pelo nitrogênio não protéico solúvel e uma pequena quantidade de nitrogênio lignificado. Costuma-se dividir o nitrogênio existente nas plantas em duas frações: a) nitrogênio protéico e, b) nitrogênio não protéico, porém com ênfase para o nitrogênio não protéico solúvel.

A proporção do nitrogênio total encontrado na forma de nitrogênio não protéico varia amplamente nos alimentos naturais. Assim, os teores mais baixos (4 a 5%) são encontrados em grãos de cereais e os teores mais altos (60 a 70%) são encontrados nas silagens (CHURCH, 1974 e VAN SOEST, 1994).

2.4. DEGRADAÇÃO E SÍNTESE DA PROTEÍNA NOS PRÉ-ESTÔMAGOS DOS RUMINANTES

As bactérias e os protozoários do rúmen promovem a degradação anaeróbica da proteína da dieta. Essa degradação envolve duas etapas: a) a hidrólise da proteína através das proteases e peptidases e, b) a descarboxilação e/ou a desaminação dos aminoácidos (TAMMINGA, 1979 e STRAALLEN & TAMMINGA, 1990). A primeira etapa, chamada de proteólise, produz peptídeos e aminoácidos enquanto que os produtos finais da segunda etapa, que envolve processos de hidrogenação, chamada de desaminação, são os ácidos graxos voláteis e os de cadeia ramificada, o dióxido de carbono (CO₂) e o nitrogênio amoniacal (N-NH₃) (STRAALLEN & TAMMINGA, 1990).

As bactérias degradam a proteína promovendo a hidrólise de algumas ou de todas as ligações peptídicas. Como esse processo ocorre fora da célula microbiana, os peptídeos e aminoácidos formados são transportados para dentro das células microbianas, onde os peptídeos são hidrolisados até aminoácidos. Esses aminoácidos podem, então, ser incorporados na proteína microbiana ou degradados até ácidos graxos voláteis, nitrogênio amoniacal, gás carbônico, metano e dissipando energia na forma de calor (TAMMINGA, 1979). CHALUPA (1974) cita os gêneros *Bacteroides*, *Butyrivibrio* e *Selenomonas* como sendo as bactérias de atividade proteolítica mais potente. O mesmo autor observa que as proteases das bactérias ruminais encontram-se ligadas à célula bacteriana porém localizadas na sua superfície, provendo um livre acesso aos substratos. As proteases bacterianas, que compreendem exo e endopeptidases, são enzimas constitutivas, as quais não parecem estar sujeitas ao controle metabólico (CHALUPA, 1974).

Os protozoários são capazes de englobar pequenas partículas de alimento e bactérias inteiras, realizando a proteólise no interior de sua célula. Os aminoácidos que não são utilizados para a síntese protéica pelos protozoários são frequentemente excretados sem sofrer desdobramento, contribuindo para a manutenção do *pool* de aminoácidos no rúmen (TAMMINGA, 1979). Os protozoários proteolíticos incluem os gêneros *Entodinium*, *Isotrichia*, *Eudiplodinium* e *Ophryoscolex*. A proteína bacteriana é a maior fonte de aminoácidos para o crescimento dos protozoários no rúmen (CHALUPA, 1974).

Embora exista uma alta capacidade proteolítica dos microorganismos no rúmen, conclusões de vários trabalhos indicam que ocorre grande variação (de 40 a 80%) na degradação da proteína da dieta, dependendo do alimento utilizado (CHALUPA, 1974).

Os microorganismos do rúmen sintetizam a sua proteína quer através do nitrogênio amoniacal e de aminoácidos (nas bactérias) ou de aminoácidos e peptídeos (nos protozoários). A síntese protéica ocorre em grande quantidade no

rúmen, sendo que todos os aminoácidos essenciais são formados, mesmo com dietas onde a uréia é a única fonte de nitrogênio (CHURCH, 1974). A grande influência da síntese protéica microbiana a nível de rúmen sobre o padrão de aminoácidos presentes no intestino delgado do ruminante pode ser ilustrada pelos aumentos nas proporções de lisina e metionina, as quais estão em maior concentração na proteína microbiana do que nos alimentos comumente fornecidos aos ruminantes (CHURCH, 1974 e CHALUPA, 1984).

A síntese de proteína pelos microorganismos ruminais, ou seja, o crescimento da população microbiana, é dependente de: carboidratos disponíveis para a fermentação, nitrogênio amoniacal, aminoácidos e peptídeos, assim como minerais, especialmente o enxôfre, o fósforo e microelementos (CHALUPA, 1974 e ORSKOV, 1982). Para o processo de degradação da celulose é indispensável a presença do nitrogênio amoniacal, uma vez que o mesmo é essencial para a reprodução de algumas espécies de bactérias fermentadoras da celulose (TAMMINGA, 1979) e, ainda, uma quantidade mínima de proteína dietética degradável no rúmen, para suprir ácidos graxos de cadeia ramificada e peptídeos, considerados fatores de crescimento, para as principais espécies bacterianas que degradam a celulose (VAN SOEST, 1994). TAMMINGA (1979) cita que os protozoários conseguem suprir suas necessidades de nitrogênio pela ingestão de pequenas partículas alimentícias, de bactérias e de aminoácidos livres no rúmen.

2.5. FATORES RELACIONADOS COM A DEGRADAÇÃO E A SÍNTESE DE PROTEÍNAS

A extensão com que a proteína alimentar é degradada no rúmen depende da atividade proteolítica microbiana, do acesso microbiano à proteína ingerida e da taxa de passagem da ingesta pelo rúmen. O potencial proteolítico sobre a digesta no rúmen pode apresentar variações dependendo das condições alimentares. O

acesso microbiano à proteína parece ser o fator mais importante que influencia a degradação da mesma no rúmen (NRC, 1985b).

2.5.1. Tempo de retenção da ingesta no rúmen

A degradação ruminal das proteínas pode ser diminuída pelo decréscimo do tempo de sua retenção no rúmen (CHALUPA, 1974). Este tempo varia não somente de uma dieta para outra, mas também entre as espécies. Em bovinos, o tempo de retenção no rúmen parece ser mais elevado do que em ovinos (TAMMINGA, 1979). Outros fatores que influem na taxa de passagem da ingesta pelo rúmen incluem: consumo alimentar, gravidade específica, tamanho das partículas, relação concentrado-volumoso e a taxa de digestão ruminal (CHALUPA, 1974).

A degradabilidade ruminal da proteína alimentar é reduzida quando ocorre um aumento do consumo alimentar, assim como acontece quando o alimento é moído, uma vez que promovem o aumento da taxa de passagem da digesta através do trato digestivo (ORSKOV, 1982). Nesse caso, além da diminuição da degradação protéica a nível de rúmen, observa-se a redução da digestibilidade total. Entretanto, a performance do animal não é reduzida, devido às compensações pelo maior nível de ingestão (CHALUPA, 1984). O consumo de sal é outro fator que afeta o tempo de retenção da ingesta no rúmen. Quando aumenta o consumo de sal também aumenta a ingestão de água, o que contribui para acelerar o movimento de passagem da ingesta pelo rúmen (CHALUPA, 1974).

2.5.2. Efeito do pH ruminal

O pH do rúmen pode afetar a degradação protéica pela alteração da atividade microbiana e pela mudança da solubilidade da proteína. O pH ruminal normalmente se encontra entre 5,5 e 7,0 (NRC, 1985b). Segundo TAMMINGA (1979), o pH ideal para que ocorra a degradação de proteínas no rúmen encontra-se entre 6,0 e 7,0. A desaminação de aminoácidos é parcialmente inibida em pH inferior a 4,5, assim como a proteólise e a desaminação de aminoácidos são totalmente inibidas em pH acima de 7,2. O nível de ingestão e a composição da dieta (nível de concentrados, teor em fibras e presença de tamponantes) podem alterar o pH ruminal e, conseqüentemente, o metabolismo dos compostos nitrogenados no rúmen (NRC, 1985b).

2.5.3. Presença de aminoácidos

Segundo CHALUPA (1974), o nitrogênio amoniacal é o composto primário para o crescimento bacteriano, porém não é o único. Alguns aminoácidos, principalmente a metionina e a cisteína, são nutrientes fundamentais para estimular o desenvolvimento de certas cepas bacterianas. Muitas bactérias do rúmen possuem enzimas que lhes permitem sintetizar todos os aminoácidos que necessitam, tornando-se capazes de crescerem com o nitrogênio amoniacal como única fonte de nitrogênio, porém existem algumas espécies de bactérias que necessitam de aminoácidos e outras, principalmente as celulolíticas, que necessitam de ácidos graxos de cadeia ramificada e peptídeos como fatores de crescimento (VAN SOEST, 1994).

ORSKOV (1982) afirma que os ruminantes podem sobreviver tendo a uréia como única fonte de nitrogênio, porém observa que em experimentos realizados onde foram fornecidos aminoácidos juntamente com a uréia, a produção de

proteína microbiana foi significativamente maior. Portanto, algumas cepas bacterianas necessitam de alguns aminoácidos essenciais para o seu crescimento, sendo que na carência de tais aminoácidos essas bactérias não realizam a proteólise e a desaminação, acarretando um prejuízo sobre a digestibilidade da celulose. Assim, apesar de que os ruminantes podem sobreviver apenas com fontes de nitrogênio não protéico, alguma proteína verdadeira é essencial na dieta dos mesmos para que o processo fermentativo do rúmen não seja prejudicado (ORSKOV, 1982).

2.5.4. Nível de nitrogênio amoniacal no rúmen

De acordo com TAMMINGA (1979), para se obter um bom crescimento microbiano e uma boa produção protéica no rúmen é necessária uma concentração mínima de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) de aproximadamente 5mg/100ml do fluido ruminal, o que só pode ser conseguido com uma dieta que contenha entre 11 e 14% de proteína bruta na matéria seca. VAN SOEST (1994) cita que uma concentração abaixo de 8% na proteína bruta da dieta promove uma diminuição na digestibilidade da matéria seca e, por consequência, uma queda na taxa de proteólise e de síntese de proteína microbiana.

No caso de níveis baixos de nitrogênio amoniacal no rúmen, a síntese de proteína microbiana estará sensivelmente reduzida pela falta de substrato essencial e a quantidade de proteína disponível no duodeno do animal ruminante tende a ser pequena. Níveis baixos de nitrogênio amoniacal podem ser observados quando o teor de proteína da dieta é baixo e, também, quando a proteína da dieta é superprotegida do ataque microbiano. Neste caso a utilização de fontes de nitrogênio não protéico (NNP) através da dieta, tal como a uréia, é uma maneira eficiente de promover níveis adequados de nitrogênio amoniacal (CLARK & DAVIS, 1983).

2.5.5. Disponibilidade de energia

A disponibilidade de glicídios para os microorganismos influi consideravelmente sobre a utilização de amônia no rúmen. Os tecidos vegetais contém aproximadamente 75% de carboidratos e, como consequência, supõe-se que esses nutrientes contituem-se na principal fonte de energia para os microorganismos do rúmen, bem como para o próprio animal ruminante (CHURCH, 1974 e VAN SOEST, 1994).

A síntese de proteína microbiana é prejudicada quando a disponibilidade de carboidratos é limitada. Apesar do processo de degradação de aminoácidos resultar na liberação de determinada quantidade de energia e, também, na formação de ácidos graxos voláteis que fornecem esqueleto de carbono, as bactérias necessitam de uma fonte de energia prontamente fermentescível que são os carboidratos (ORSKOV, 1982).

2.5.6. Presença de protozoários

As vantagens ou desvantagens da presença de protozoários no rúmen têm sido estudadas por muitos autores. ORSKOV (1982) refere que os protozoários não apresentam a mesma importância que as bactérias para o animal ruminante, tendo em vista que na ausência dos mesmos, o processo fermentativo ocorre normalmente e o animal hospedeiro sobrevive sem que haja diminuição de suas produções. Além disso, ROWE et al. (1985) citam que a disponibilidade de proteína microbiana no duodeno é maior em animais defaunados.

Os protozoários prejudicam a síntese de proteína microbiana, segundo LENG & NOLAN (1984), por duas razões:

a) Os protozoários são capazes de estocar carboidratos, esgotando rapidamente os mesmos do meio ruminal. Assim, as bactérias, que levam mais tempo para

utilizar os carboidratos, pois precisam primeiro degradá-los até ácidos graxos voláteis, ficam em desvantagem em relação aos protozoários. Esses ácidos graxos voláteis são, ainda, necessários para completar as necessidades em esqueleto de carbono para a síntese de aminoácidos bacterianos;

b) As bactérias são fagocitadas pelos protozoários. Os protozoários digerem aproximadamente 40% das bactérias existentes no rúmen. O resultado dessa redução da população bacteriana no rúmen é uma menor utilização do nitrogênio não protéico para a síntese de proteína. Aliado a isso, alguns protozoários não passam do rúmen para o trato intestinal, o que reduz ainda mais a disponibilidade de proteína para o animal ruminante.

2.5.7. Presença de lipídeos

Os lipídeos, assim como outras substâncias de natureza hidrofóbica, têm a propriedade de serem insolúveis em água. Essas substâncias podem se associar ou mesmo formar uma cápsula em torno das proteínas. Nesses casos, a área superficial da proteína, acessível às proteases microbianas no fluido ruminal, poderá estar reduzida ou mesmo nula. O rompimento destas substâncias e a degradação protéica no rúmen podem estar interrelacionados (LENG & NOLAN, 1984).

2.5.8. Resistência da proteína a proteólise

A estrutura tridimensional da proteína é um fator importante para determinar se a proteína vai ser degradada ou não (NRC, 1985b). CHALUPA (1984) cita, ainda, a correlação entre a estrutura da proteína e a sua degradabilidade. O mesmo autor refere que proteínas com muitas ligações do tipo de pontes dissulfídicas, tal como a seroalbumina, são menos acessíveis às enzimas

proteolíticas e são relativamente resistentes à degradação. Proteínas tratadas com formaldeído apresentam ligações de metileno e são normalmente pouco degradadas (TAMMINGA, 1979).

O calor é um fator que pode influir sobre a resistência de uma determinada proteína à proteólise ruminal. Muitos alimentos são expostos ao calor durante seu processamento industrial. A maioria dos subprodutos de abatedouros, como, por exemplo, a farinha de carne e a de sangue, são cozidos e secados para serem comercializados. Processos de tratamento de cereais, como na formação de grânulos ou na extrusão, também expõe estes alimentos ao calor. Esta exposição das proteínas ao calor provoca uma maior resistência a sua degradação no rúmen. Contudo, em termos de uma ótima proteção, é necessário mais calor do que aquele empregado na maioria dos processos comerciais (TAMMINGA, 1979). Entretanto, quando se fala em proteção obtida pelo calor, deve-se pensar em como este calor irá afetar a digestibilidade da proteína ao longo do aparelho digestivo do ruminante. Por exemplo, o calor pode provocar a reação de condensação, conhecida como reação de Maillard, entre grupos aldeídos de um açúcar e grupos amino ou sulfidríla livres dos aminoácidos, reduzindo a disponibilidade de alguns aminoácidos, tais como a lisina, a cisteína e a metionina (VAN SOEST, 1994).

2.5.9. Solubilidade

A solubilidade da proteína é um dos fatores que mais influi na degradação protéica a nível de rúmen. As proteínas mais solúveis tendem a ser mais rapidamente ou completamente degradadas (CHALUPA, 1974 e TAMMINGA, 1979). Porém, não se deve afirmar que toda proteína solúvel é degradada no rúmen e que a proteína insolúvel, ao contrário, não é degradada. As proteínas solúveis são geralmente mais vulneráveis ao ataque proteolítico microbiano do que as proteínas insolúveis, pelo fato das proteases terem um melhor acesso às proteínas quando as mesmas estão em solução. Entretanto, algumas proteínas

alimentares podem ser hidrolizadas diretamente do estado sólido sem passar pelo estado solúvel, similar ao que acontece com a digestão da celulose (NRC, 1985b).

A solubilidade da proteína alimentar é parcialmente determinada pela quantidade de albuminas e globulinas mais solúveis de um lado e de prolaminas e glutelinas menos solúveis de outro. Nos alimentos cuja fração protéica maior é formada por albuminas e globulinas, a solubilidade da proteína é maior do que naqueles que contém maior proporção de prolaminas e glutelinas em sua proteína (TAMMINGA, 1979).

A proteína das sementes de cereais apresenta em sua composição cerca de 10 a 20% de albuminas e globulinas, sendo que o restante (80 a 90%) corresponde a prolaminas e glutelinas igualmente distribuídas. O arroz e a aveia são exceções, onde 70 a 80% da proteína apresenta-se na forma de glutelinas e somente 5 a 20% na forma de prolaminas. Nas sementes das leguminosas 85 a 100% da proteína apresenta-se na forma de albuminas e globulinas e 0 a 15% na forma de glutelinas. Contudo, proteínas solúveis, tais como a seroalbumina, a ovoalbumina e as proteínas solúveis do farelo do soja, entre outras, podem apresentar uma variável resistência à degradação (LENG & NOLAN, 1984).

Uma série de métodos laboratoriais foram avaliados para suprir a necessidade de medir a solubilidade e a degradabilidade da proteína. Entretanto, existe uma certa dificuldade em se padronizar os métodos empregados para esta finalidade. Análises tais como a do nitrogênio insolúvel em detergente ácido e a da digestibilidade pela pepsina são excelentes para medir o nitrogênio não disponível no rúmen, sendo altamente correlacionados com os dados de digestibilidade da proteína nesse meio. Entretanto, eles não medem a potencialidade digestiva da proteína insolúvel que escapa da degradação ruminal. Os métodos para medir a solubilidade do nitrogênio em várias soluções aquosas devem ser avaliados observando se eles separam o nitrogênio não protéico (NNP) da proteína verdadeira, para verificar se a solubilidade dessa proteína realmente ocorre. Os métodos que realizam a precipitação da proteína separam o NNP da proteína

verdadeira. O teste de digestibilidade pela pepsina está bem relacionado com a taxa de digestão. Entretanto, proteínas da fração insolúvel em teste de digestibilidade pela pepsina podem apresentar uma alta digestibilidade total e são associadas com as frações insolúveis por escaparem da degradação ruminal (VAN SOEST, 1994).

2.6. QUALIDADE DA PROTEÍNA MICROBIANA

De acordo com o NRC (1988), a produção de proteína bruta microbiana é descrita como uma função do consumo de energia líquida (EL) ou dos nutrientes digestíveis totais (NDT). Para vacas em lactação, a produção diária de proteína bruta microbiana (em gramas) é calculada através do consumo diário de energia líquida (em megacalorias), como segue:

$$\text{Proteína Bruta microbiana} = 6,25 (-30,93 + 11,45 \text{ EL})$$

Para bovinos em crescimento, a produção diária de proteína bruta microbiana (em gramas) é calculada através do consumo de nutrientes digestíveis totais, como segue:

$$\text{Proteína Bruta microbiana} = 6,25 (-31,86 + 26,12 \text{ NDT})$$

Ainda, conforme o NRC (1988), deve existir uma relação Energia/Nitrogênio ótima no rúmen para que ocorra uma adequada produção de proteína bruta microbiana. O nitrogênio obtido através da degradação da proteína da dieta ou do nitrogênio não protéico será convertido em proteína bruta microbiana em função da disponibilidade de energia resultante da fermentação. Um excesso de nitrogênio em relação à energia será perdido como amônia e um excesso de

energia disponível em relação ao nitrogênio resultará em menor digestibilidade da matéria orgânica no rúmen e menor consumo voluntário da dieta, devido a falta de nitrogênio necessário para o crescimento bacteriano (NRC, 1988).

CHURCH (1974) considera que os microorganismos do rúmen podem apresentar em torno de 65% de proteína bruta em média. O nitrogênio microbiano total que chega no intestino delgado do ruminante não está totalmente disponível para o animal. Assim, cerca de 80% da proteína bruta microbiana são considerados como sendo proteína verdadeira, sendo que a digestibilidade utilizada para a mesma varia com os diferentes autores (MANTYSAARI et al., 1989). No NRC (1988), a digestibilidade para a proteína microbiana verdadeira é referida como sendo de 80% e CHURCH (1974) cita um valor biológico de 69% para a mesma. CHURCH (1974) cita que a maioria dos estudos comparativos entre bactérias e protozoários indicam que a proteína dos protozoários apresenta valor biológico semelhante ao da proteína bacteriana. Porém, devido a digestibilidade intestinal mais elevada da proteína da célula protozoária, a utilização líquida dessa proteína é maior do que a da proteína bacteriana. De acordo com o mesmo autor, a composição em aminoácidos dos microorganismos do rúmen já foi determinada por vários autores e as variações obtidas entre os diferentes trabalhos foram pequenas, demonstrando que a dieta não influi significativamente na composição de aminoácidos da proteína microbiana. Na comparação da composição em aminoácidos entre as bactérias e protozoários, CHURCH (1974) demonstra que as bactérias apresentam teores superiores (em g/100g de proteína) de alanina, glicina, valina e arginina, enquanto que os protozoários apresentam valores superiores de ácido aspártico, ácido glutâmico, leucina, tirosina, fenilalanina e lisina, sendo que para os demais aminoácidos (treonina, serina, prolina, cistina, metionina, isoleucina e histidina) os valores são semelhantes entre bactérias e protozoários.

A eficiência da síntese protéica microbiana pode ser melhorada através de um aumento da frequência de fornecimento de alimentos para o animal. RUIZ et al.

(1989), trabalhando com ovinos, observaram que o fornecimento da dieta em quatro vezes durante o dia aumentou a quantidade de nitrogênio disponível e a eficiência da síntese protéica microbiana, resultando em uma maior suplementação de nitrogênio não amoniacal a nível de duodeno, devido a uma maior estabilidade das condições ruminais e uma fermentação mais uniforme.

2.7. DIGESTÃO INTESTINAL E ABSORÇÃO DE AMINOÁCIDOS

A proteína disponível no intestino delgado do ruminante é constituída pela proteína microbiana, pela proteína alimentar não degradada no rúmen e pela proteína endógena. É importante que se conheça a composição dos compostos nitrogenados que alcançam o intestino delgado. Embora os animais ruminantes requeiram aminoácidos para o seu metabolismo, formulações baseadas na composição da dieta em aminoácidos são limitadas pela necessidade de informações adicionais como: o conteúdo de aminoácidos na proteína que chega ao duodeno em relação ao conteúdo dos mesmos no alimento, as diferentes absorções de cada aminoácido individualmente e as diferenças de utilização metabólica de cada aminoácido (Polan, 1992, citado por MAIGA et al., 1996). Contudo, estudos completos de degradabilidade ruminal, digestibilidade intestinal, composição de aminoácidos da fração nitrogenada dos alimentos e eficiência de absorção e utilização são limitados. De acordo com CHALUPA (1984), a distribuição de nitrogênio no conteúdo duodenal é a seguinte: 35% de aminoácidos essenciais, 30% de aminoácidos não essenciais, 4% de amidas, 11% de ácidos nucléicos, 6% de amônia e 14% é desconhecido.

A digestão da proteína no abomaso e intestino delgado dos animais ruminantes parece seguir os mesmos padrões dos não ruminantes, exceto para a pequena neutralização da digesta e a abundância de ribonuclease pancreática no intestino delgado dos ruminantes (CHURCH, 1974 e CHALUPA, 1984).

CHALUPA (1984) refere que a proteína microbiana verdadeira é considerada como sendo de menor digestibilidade do que a proteína de origem alimentar que escapa da degradação ruminal. Quanto ao tipo de alimento que é fornecido para o ruminante, existe uma grande diferença na digestibilidade intestinal da proteína entre forragens e concentrados. VAN SOEST (1994) observa que a proteína das forragens é a que apresenta a menor digestibilidade intestinal, devido ao fato de que a pequena fração que resiste à degradação ruminal está associada com a parede celular, sendo que esta não pode ser digerida no intestino delgado e muito pouco é digerida no intestino grosso. Nos concentrados, por outro lado, a proteína que escapa da degradação ruminal normalmente trata-se de proteína armazenada, não fazendo parte da parede celular da planta, sendo possível a sua digestão a nível de intestino delgado. STRAALLEN & TAMMINGA (1990) citam digestibilidades intestinais da proteína bruta que variam de 63% a 85% para alimentos volumosos (envolvendo gramíneas e leguminosas frescas, fenos e silagens) e de 84% a 99% para alimentos concentrados que vão desde grãos de cereais até farelos e farinhas de origem vegetal e animal.

2.8. EXIGÊNCIAS PROTÉICAS DOS RUMINANTES

A fermentação ruminal modifica a composição da dieta ingerida, sendo que essa modificação é sensivelmente maior sobre os compostos nitrogenados. A fermentação ruminal elimina a necessidade de fontes exógenas da maioria dos aminoácidos essenciais e muitas vezes contribui para aumentar o valor biológico da proteína alimentar, principalmente no caso de alimentos volumosos (VAN SOEST, 1994). TAMMINGA (1979) cita que a população microbiana do rúmen tem a capacidade de sintetizar todos os aminoácidos essenciais e que pequenas quantidades de proteína na dieta estimulam a síntese protéica microbiana a partir do nitrogênio não protéico.

Para os animais ruminantes considera-se duas exigências protéicas: a primeira é a exigência do animal hospedeiro e a segunda é a exigência da população microbiana a nível de pré-estômagos. Para atender a necessidade protéica do ruminante é necessário que lhe seja fornecida uma dieta adequada, a qual possibilite a obtenção de níveis sanguíneos ideais de aminoácidos essenciais, além de nitrogênio, esqueletos de carbono e energia para a síntese dos aminoácidos não essenciais (TAMMINGA, 1979). Por outro lado, para atender a necessidade dos microorganismos ruminais pelo nitrogênio, é necessário que a dieta contenha um nível mínimo de 8% de proteína bruta na matéria seca (CHURCH, 1974 e VAN SOEST, 1994). MATRAS et al. (1990) referem que a quantidade de proteína produzida pelos microorganismos do rúmen é suficiente para atender as necessidades do animal, visto que a sua qualidade nutricional, além de relativamente alta, não é marcadamente afetada pela dieta, salvo quando esta é altamente deficiente em nitrogênio. O valor biológico da proteína microbiana é superior ao da proteína dos volumosos em geral, que constituem a dieta básica dos ruminantes. Assim, o ruminante é uma máquina de grande eficiência na transformação de proteína de baixo valor biológico em proteína de alto valor biológico. Entretanto, de acordo com CHALUPA & SNIFFEN (1991), o aumento da capacidade produtiva dos ruminantes, conseguida, principalmente, devido ao melhoramento genético já alcançado, conduziu a um aumento das suas exigências nutricionais. Dessa maneira, a produção de proteína microbiana não permite mais atender completamente essas exigências, o que impede a manifestação da capacidade produtiva máxima destes animais.

2.9. AMINOÁCIDOS LIMITANTES PARA RUMINANTES

Entre os vários aminoácidos encontrados na natureza, somente 20 são comumente encontrados na maioria das proteínas e 10 são exigidos na dieta dos animais. Os aminoácidos que não são sintetizados a nível tecidual, em quantidades suficientes para atender as necessidades metabólicas, são denominados de aminoácidos essenciais ou indispensáveis. Por outro lado, aqueles aminoácidos que normalmente não são necessários na dieta, por serem sintetizados nos tecidos, são denominados de aminoácidos não essenciais ou dispensáveis (CHURCH & POND, 1988). Conforme CHALUPA & SNIFFEN (1991), os aminoácidos essenciais para os animais monogástricos são os mesmos indispensáveis para os ruminantes. CHURCH & POND (1988) relacionam a arginina, a histidina, a isoleucina, a leucina, a lisina, a metionina, a fenilalanina, a treonina, o triptofano e a valina, como sendo os aminoácidos essenciais para os ruminantes. Entretanto, CHALUPA & SNIFFEN (1991) citam a tirosina, a cistina e a cisteína, como sendo essenciais para a produção de leite em vacas lactantes, além dos já citados anteriormente.

Em relação às dietas rotineiramente utilizadas, os animais que apresentam alta produção, seja ela de leite, carne ou lã, apresentam deficiência de um ou mais aminoácidos essenciais que são denominados de aminoácidos limitantes (STORM & ORSKOV, 1984). De acordo com ANDRIGUETTO et al. (1990), o primeiro aminoácido limitante pode ser definido como o aminoácido essencial em menor quantidade proporcionalmente à exigência tecidual para o respectivo aminoácido. A eficiência de utilização para a síntese protéica de todos os outros aminoácidos essenciais é limitada pelo aminoácido que se encontra em deficiência. A suplementação de outros aminoácidos essenciais que não seja o limitante, não resultará em uma melhor resposta produtiva do animal. Em relação ao conceito de aminoácido limitante para animais ruminantes, deve-se salientar que esse aminoácido não é aquele que se apresenta em menor quantidade na proteína da

dieta em relação a sua exigência pelo animal, mas sim aquele que se encontra em deficiência a nível de intestino, disponível para absorção.

Devido a complexidade do metabolismo nitrogenado dos animais ruminantes e seus microorganismos, é difícil identificar e quantificar os aminoácidos limitantes em uma determinada dieta (STORM & ORSKOV, 1984). O perfil ideal de aminoácidos disponíveis para o ruminante pode ser estimado pela composição tecidual do organismo animal mais a composição de suas produções. Supondo serem similares a eficiência na digestão, absorção e na utilização de todos os aminoácidos presentes no duodeno dos ruminantes, aqueles que não seguem o perfil ideal, podem ser experimentalmente identificados como sendo limitantes (VEIRA et al., 1988 e STORM & ORSKOV, 1984). Esta comparação direta, segundo VAN SOEST (1994), assume uma eficiência completa na utilização dos aminoácidos, o que, na realidade, não acontece. Ainda, CHALUPA & SNIFFEN (1991) afirmam que a eficiência pela qual os aminoácidos absorvidos são utilizados para atender as exigências metabólicas é variável entre os animais e entre as diferentes funções fisiológicas do organismo (manutenção, crescimento, produção de leite, etc.).

Vários trabalhos foram levados a termo para identificar aminoácidos limitantes. Desta forma, para novilhos em crescimento, VEIRA et al. (1988) citam a metionina, a lisina, a histidina e a arginina como sendo limitantes nas dietas normalmente usadas. STORM & ORSKOV (1984), trabalhando com cordeiros, citam os mesmos aminoácidos (metionina, lisina, histidina e arginina) como sendo limitantes na fase de crescimento desses animais. VAN SOEST (1994) relaciona a metionina, a histidina, o triptofano e, possivelmente, a leucina como aminoácidos limitantes para a produção de leite e a metionina como sendo limitante para a produção de lã.

2.10. SUPLEMENTAÇÃO DE AMINOÁCIDOS LIMITANTES

Observada a existência de aminoácidos limitantes nas dietas normalmente praticadas para animais ruminantes, pode-se concluir que a suplementação de certos aminoácidos, protegidos da degradação ruminal, pode elevar a disponibilidade destes a nível de intestino delgado e melhorar a performance ou a produção do animal. Entretanto, os resultados obtidos de trabalhos que estudaram a suplementação de alguns aminoácidos protegidos ainda são divergentes.

De acordo com CHALUPA & SNIFFEN (1991), o maior potencial para a produção de leite e proteína do leite, pela utilização de aminoácidos protegidos, é demonstrado através da infusão pós ruminal de caseína em vacas alimentadas com rações contendo 17% de proteína bruta. Esta infusão aumentou a produção de leite em 4 a 8% e a produção de proteína do leite em 10 a 14%. Os mesmos autores concluíram que a caseína apresenta um ótimo perfil de aminoácidos para vacas em lactação.

A resposta da suplementação de aminoácidos limitantes, tanto na forma pura como através do fornecimento de proteína protegida, varia de acordo com os diferentes autores e, principalmente, com as diferentes dietas utilizadas na experimentação (CHALUPA, 1984).

2.11. PROTEÍNA PROTEGIDA DA DEGRADAÇÃO RUMINAL

Como já visto anteriormente, os animais que apresentam uma alta exigência nutricional, como, por exemplo, as vacas de alta produção no início da lactação, os novilhos e os cordeiros em fase de crescimento e as ovelhas no terço final da gestação, podem apresentar deficiência protéica e, principalmente, de alguns aminoácidos que não são supridos adequadamente pela proteína originária da

síntese microbiana no rúmen. Para contornar este problema, ROGERS et al. (1989) colocam quatro possíveis alternativas:

- a) infusão endovenosa de aminoácidos;
- b) fornecimento, através da dieta, de aminoácidos protegidos da degradação ruminal;
- c) suplementação pós ruminal de aminoácidos limitantes através da infusão de proteínas ou aminoácidos no abomaso;
- d) fornecimento, através da dieta, de proteínas naturalmente ou artificialmente protegidas da degradação ruminal (proteína protegida) ou de proteínas naturalmente pouco degradadas no rúmen (proteína bypass).

Uma das alternativas mais discutidas é a utilização da proteína de baixa degradabilidade ruminal. Concordando com as citações de vários autores, VAN SOEST (1994) cita que a quantidade desta proteína na dieta pode ser significativa a ponto de melhorar a eficiência produtiva de um animal ruminante. Entretanto, deve existir um equilíbrio entre o consumo de proteína degradável (PDR) e não degradável (PNDR) no rúmen, pois os microorganismos ruminais exigem uma certa quantidade de nitrogênio na forma de amônia. Uma alimentação pobre em proteínas degradáveis no rúmen pode gerar uma deficiência de amônia, resultando em uma utilização menos eficiente dos outros nutrientes da dieta (KLOPFENSTEIN, 1985). Também, segundo o mesmo autor, a suplementação em excesso de proteínas não degradáveis no rúmen pode causar um aumento na taxa de ganho, sendo que este ganho extra provavelmente ocorre mais devido à síntese de gordura do que à síntese de proteína.

Uma suplementação de aminoácidos, através de fontes que escapam da degradação ruminal e que complementam o perfil de aminoácidos da proteína microbiana, deverá melhorar a performance e a produção do animal e reduzir a quantidade total de proteína exigida (MATRAS et al., 1990 e MAIGA et al., 1996). Da mesma forma, KLOPFENSTEIN (1985) cita que é importante considerar a

qualidade da proteína protegida, pois de nada adianta fornecer proteína protegida de baixa qualidade, sendo que, nesse caso, os aminoácidos extras disponíveis no duodeno não serão os necessários para melhorar a performance do animal.

A extensão na qual a fonte protéica é cindida no rúmen depende de sua taxa de degradação, a qual é bastante variável entre as fontes protéicas utilizadas na alimentação de ruminantes. O farelo de soja, por exemplo, é altamente degradável a nível de rúmen e pouca proteína passa intacta para o intestino delgado quando comparado com outras fontes protéicas de menor degradação (KLOPFENSTEIN, 1985).

Outra maneira de melhorar o equilíbrio da dieta dos ruminantes, seria reduzir a degradação ruminal de proteínas de boa qualidade, tomando-as protegidas pela ação do calor ou de agentes químicos que podem provocar modificações na estrutura das proteínas, as quais impedem que as mesmas sejam degradadas em altas taxas pelos microorganismos do rúmen sem, contudo, diminuir significativamente a digestibilidade no trato gastro intestinal (TAMMINGA, 1979 e CHALUPA, 1984). Agentes químicos podem formar ligações reversíveis com os grupos amina e amida dos aminoácidos, as quais reduzem a solubilidade da proteína em pH mais elevado encontrado no rúmen. Porém, em pH mais baixo, encontrado a nível de abomaso e duodeno, ocorre a degradação protéica (CHALUPA, 1974).

A resposta obtida em experimentos para avaliar a ação da proteção da proteína pode não ser aquela esperada, pois alguns outros fatores podem interferir nos experimentos que utilizam a proteína protegida (CHALUPA, 1984). O mesmo autor relaciona esses fatores como segue:

- a) a proteína protegida é de baixo valor biológico;
- b) a proteína não é adequadamente protegida (pouco protegida);
- c) a proteína é superprotegida;
- d) a produção de proteína microbiana é reduzida;
- e) outros fatores que não sejam a absorção de aminoácidos limitantes;

f) a proteína que foi protegida é naturalmente resistente à degradação no rúmen.

2.12. FONTES PROTÉICAS DE BAIXA DEGRADAÇÃO RUMINAL

Os diferentes tipos de proteínas encontrados nos alimentos fornecidos para os ruminantes apresentam uma grande variação na sua taxa de degradação, assim como no seu perfil de aminoácidos (ORSKOV, 1982).

Segundo o NRC (1985a), as fontes protéicas podem ser classificadas de acordo com as suas taxas de degradação, como: a) fontes protéicas pouco protegidas (menos do que 40% não degradada), que inclui o farelo de soja, a caseína e a farinha de girassol; b) fontes protéicas medianamente protegidas (40 a 60% não degradada), como o farelo de algodão e o feno de alfafa; e c) fontes protéicas altamente protegidas (mais de 60% não degradada), como o farelo de glúten de milho, a farinha de sangue, a farinha de penas, a farinha de carne, a farinha de peixe e as proteínas tratadas com formaldeído.

De acordo com KLOPFENSTEIN (1985), o perfil de aminoácidos das proteínas que escapam da degradação ruminal, principalmente da proteína *bypass*, é um importante fator a ser considerado na escolha da fonte protéica a ser utilizada na dieta. Geralmente considera-se que a composição de aminoácidos da proteína não degradada no rúmen é equivalente à da proteína alimentar original. Entretanto, existem poucos dados sobre a composição de aminoácidos da proteína alimentar que realmente não é degradada no rúmen. MANTYSAARI et al. (1989) observaram que a degradação ruminal dos diferentes aminoácidos de uma proteína não acontece na mesma extensão. Ainda, os mesmos autores, analisando a composição de aminoácidos de amostras de alimentos e de seus respectivos resíduos após a ação microbiana no rúmen, verificaram que as mudanças no perfil de aminoácidos da proteína foram diferentes para os diversos alimentos testados. Assim, foi verificado que a proporção de leucina estava aumentada, em relação à proteína original, nos resíduos de todos os alimentos

estudados, enquanto que as proporções de fenilalanina e de lisina estavam reduzidas apenas no resíduo da farinha de glúten de milho.

Os alimentos diferem amplamente no seu perfil de aminoácidos e, por esse motivo, é que se recomenda a combinação de fontes protéicas de baixa degradabilidade para fornecer um nível ótimo de aminoácidos a nível de intestino delgado dos ruminantes (KLOPFENSTEIN, 1985). Uma melhor resposta produtiva dos animais foi observada em estudos que utilizaram mais de uma fonte de proteína pouco degradável no rúmen, como, por exemplo, usando-se a farinha de sangue e o farelo de glúten de milho, que são ricos em lisina e metionina respectivamente, quando comparado com o uso de apenas uma dessas fontes isoladamente (KLOPFENSTEIN, 1985 e ROGERS et al., 1989).

2.13. O SOJA COMO SUPLEMENTO PROTÉICO PARA RUMINANTES

O soja (Glycine max (L.) Merrill), planta pertencente à família das leguminosas, compreende mais de 7.000 variedades. Devido a seu elevado teor protéico estar associado a um excelente equilíbrio de aminoácidos, o soja é, entre as sementes das oleaginosas, o mais adequado suplemento protéico de origem vegetal disponível para alimentação humana e animal (ANDRIGUETTO et al., 1990). Os mesmos autores citam que o grão de soja contém em média 38% de proteína bruta, 18% de extrato etéreo, 7% de fibra bruta e apresenta níveis relativamente baixos de cálcio e medianos de fósforo. O farelo de soja é o sub-produto originado do processamento industrial do grão, para extração do óleo vegetal, e contém em média 44% de proteína bruta, 1,5% de extrato etéreo e 7% de fibra bruta (ANDRIGUETTO et al., 1990).

O grão de soja, assim como o farelo de soja não tostado, principalmente quando da extração do óleo por solvente, apresentam uma série de fatores antinutritivos, dentre os quais o fator anti-vitamina A, por promover um decréscimo

da utilização do caroteno, pode originar uma carência dessa vitamina para os animais ruminantes (ANDRIGUETTO et al., 1990). Os mesmos autores, ainda, citam a enzima urease, presente no grão de soja, como responsável por dificultar a utilização da uréia como fonte de proteína na dieta dos ruminantes. O tratamento térmico do soja, assim como do farelo de soja, promovem a desativação dos fatores antinutricionais. Rohr (1972), citado por BIANCHINI (1997), cita que o calor úmido é considerado o processo que mais rapidamente inativa os fatores antinutricionais e que temperaturas em torno de 100° C por 20 a 25 min em umidade entre 16 e 18% são suficientes para inibir a atividade dos fatores antinutritivos sem prejudicar a qualidade nutritiva das proteínas do farelo de soja.

A valorização de uma fonte protéica para os ruminantes depende de sua habilidade em melhorar a performance do animal, que depende de sua capacidade em: a) suprir aminoácidos limitantes disponíveis a nível de intestino delgado; e b) suprir nitrogênio disponível para uso dos microorganismos ruminais (TITGEMEYER et al., 1989). O valor dos resíduos da extração do óleo das oleaginosas, como fonte protéica para ruminantes, depende da extensão com a qual esses resíduos são degradados no rúmen em relação aos requerimentos do animal por proteína degradável (PDR) e proteína não degradável (PNDR) no rúmen (AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC), 1984). O soja é amplamente utilizado, principalmente na forma de seu farelo, como fonte de proteína para ruminantes apesar de sua proteína ser extensivamente degradada no rúmen (NRC, 1985b e TITGEMEYER et al., 1989).

O soja sempre terá seu valor garantido na alimentação de ruminantes porque a sua proteína pode ser protegida da degradação ruminal por uma série de métodos, os quais foram revistos por CHALUPA (1974) e STERN et al. (1985). Entre os métodos usados, o tratamento térmico e com formaldeído são os mais comuns. O aquecimento controlado pode diminuir a degradação ruminal da proteína sem afetar sensivelmente a digestibilidade da proteína no intestino delgado, o que ocorre normalmente pela desnaturação da proteína e a

consequente diminuição de sua solubilidade no meio ruminal (CHALUPA, 1974). DEMJANEC et al. (1995) observam, ainda, que o soja submetido ao calor úmido (cozimento ou tostagem) tem seu valor alimentício aumentado para os ruminantes em virtude da diminuição da degradabilidade de sua proteína no rúmen e, também, do aumento de sua digestibilidade a nível de intestino delgado. Entretanto, de acordo com os mesmos autores, o aquecimento excessivo reduz o valor biológico dessa proteína pela destruição de alguns aminoácidos e, principalmente, por diminuir a sua digestibilidade no trato gastrointestinal. DEMJANEC et al. (1995) observam que a superproteção da proteína do soja pelo excesso de calor úmido, principalmente como consequência da reação de Maillard, provocam uma menor disponibilidade intestinal dos aminoácidos sulfurados e, principalmente, da lisina.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ANIMAIS E MANEJO

O presente experimento foi conduzido nas dependências do setor de ovinocultura do Centro de estações Experimentais do Canguiri, da Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

Utilizaram-se 21 cordeiros machos inteiros, com idade aproximada de 3,5 meses e peso vivo médio, no início do período experimental, de 23,9 Kg. O animais selecionados para o experimento eram mestiços perfazendo um grau de sangue total médio de 73% Suffolk, 11% Ideal, 10,6% Texel e 5,4% Corriedale. A variabilidade decorrente do peso vivo inicial e do grau de sangue foi reduzida pela formação de grupos relativamente homogêneos entre si para essas características, dos quais foram escolhidos aleatoriamente 7 animais para compor as repetições experimentais (7 por tratamento).

Após avaliação individual para conferência da sanidade e da eficiência das desverminações executadas, os animais foram alojados em baias individuais cobertas, medindo 1,2 x 1,5 m cada uma, equipadas com bebedouro automático e cochos individuais externos às gaiolas, onde receberam as rações experimentais em duas refeições diárias: às 9 e 16 horas. Durante o período de 14 dias pré experimentais os animais foram observados quanto a adaptação às baias e ao manejo alimentar.

3.2. TRATAMENTOS

Os 21 animais foram distribuídos em 3 tratamentos. As 3 rações experimentais mantiveram a mesma composição do início ao fim dos tratamentos e foram contituídas de aproximadamente 30% de volumoso e 70% de concentrado, devidamente homogenizados para evitar o processo de seleção pelos animais. Como volumoso foi utilizado o feno de alfafa moído, sendo o concentrado constituído pelo suplemento mineral, fubá de milho e farelo de soja

ou soja integral tostado ou Soy Pass II. Com estes ingredientes foram formuladas as rações isoprotéicas e isocalóricas ofertadas aos animais, cuja única variação foi a fonte principal de proteína: T1 = ração com farelo de soja; T2 = ração com soja integral tostado; T3 = ração com Soy Pass II (Tabela 1).

As rações foram balanceadas de acordo com o NRC (1985a), para atender as exigências nutricionais de um animal de 25 kg, com um consumo médio diário de matéria seca de 4% do peso vivo, visando atingir um nível de crescimento médio diário entre 200 e 250g.

A quantidade de ração fornecida aos animais durante o período experimental, baseada em consumo voluntário, foi ajustada semanalmente de acordo com o peso vivo, afim de existirem sobras para o cálculo do consumo médio de matéria fresca (MF) da ração.

TABELA 1 - Proporções dos ingredientes nas rações experimentais (% MF).

Ingredientes	Rações Experimentais		
	T 1	T 2	T 3
Milho amarelo moído	48,00	44,50	44,00
Farelo de soja	17,00	5,50	-
Soja tostado	-	15,00	-
Soy Pass II	-	-	17,00
Feno de alfafa moído	30,00	30,00	34,00
Mistura mineral	5,00	5,00	5,00
Total	100,00	100,00	100,00

T 1: ração com farelo de soja; T 2: ração com soja tostado; T 3: ração com Soy Pass II.

3.3. PARÂMETROS AVALIADOS

O período experimental teve uma duração total de 54 dias, sendo 14 dias de adaptação às condições experimentais e 40 dias de coleta de dados. O abate dos animais foi efetuado no 40º dia, sendo adotado um período de jejum de 14 horas antes do abate, e a característica de área de olho de lombo foi avaliada após 24 horas de resfriamento da carcaça em temperatura entre 0 e 4º C.

3.3.1. Composição química dos alimentos e da ração

As análises bromatológicas foram realizadas nas dependências do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

O milho, o farelo de soja, o soja tostado, o Soy Pass II e o feno de alfafa, assim como as 3 rações experimentais, foram amostrados e analisados quanto a sua composição química, para verificação de seus teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), resíduo mineral (RM), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e energia metabolizável (EM), segundo os métodos preconizados pela A.O.A.C. (1990). Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 2. De acordo com STRAALEN & TAMMINGA (1990), após coletânea de resultados de vários autores e correção dos mesmos entre os diferentes laboratórios, apresenta-se, também na tabela 2, um valor médio da proteína não degradada no rúmen (PNDR) dos alimentos constituintes e das 3 rações experimentais. Observa-se que valores de degradação protéica no rúmen dos alimentos estão sujeitos a uma série de fontes de variações. MANTYSAARI et al. (1989) citam que a dieta basal (volumoso), o tamanho das partículas do alimento, a quantidade de alimento ingerido, a ingestão de energia e o tempo de retenção do alimento no rúmen podem alterar a extensão da degradação protéica pelos microorganismos ruminais. Ainda, a metodologia do processamento industrial, a qual um alimento é submetido, pode ser responsável por diferenças na taxa de degradação protéica e no perfil de aminoácidos da proteína sobrepassante.

TABELA 2 - Composição química dos alimentos contituintes e das rações totais relativas aos 3 tratamentos.

	PB	PNDR	EE	RM	FDA	FDN	EM
	% MS	% MS	% MS	% MS	% MS	% MS	kcal/kg MS
Fubá de milho	8,88	5,06	5,15	1,52	6,11	34,87	3,12
Farelo de soja	47,03	16,93	3,49	6,81	11,36	18,21	2,09
Soja tostado	39,48	16,20	22,61	5,29	22,56	30,89	2,27
Soy pass II	46,40	27,80	1,59	6,90	10,68	28,36	2,09
Feno de alfafa	19,22	8,65	4,64	12,46	42,35	59,81	1,81
RAÇÃO T 1	17,87	7,85	4,43	5,61	17,53	37,61	2,38
RAÇÃO T 2	18,14	8,20	7,24	5,56	19,38	38,90	2,37
RAÇÃO T 3	18,18	9,80	4,09	6,06	18,87	40,32	2,33

3.3.2. Ganho de peso

O ganho de peso foi avaliado através de pesagens periódicas dos animais. A primeira pesagem foi realizada no início dos tratamentos e as demais a cada intervalo de 7 dias, sendo a última mensurada no 39º dia. Todas as pesagens foram feitas no período da tarde, antes do fornecimento da última refeição diária.

3.3.3. Consumo de ração

O consumo de matéria fresca da ração foi avaliado pela pesagem diária da quantidade fornecida e pela pesagem semanal das sobras que eram coletadas diariamente .

3.3.4. Conversão alimentar

A eficiência de utilização dos alimentos ingeridos para o ganho de peso, foi verificado pelo cálculo da conversão alimentar, ou seja, observou-se a quantidade de matéria fresca da dieta consumida pelo animal que foi necessária para que o mesmo ganhasse 1 Kg de peso vivo. A conversão alimentar (CA) foi determinada pela seguinte expressão:

$$CA = \text{Consumo de matéria fresca (Kg)} / \text{Ganho de peso vivo (Kg)}$$

3.3.5. Características de carcaça

No 39º dia após o início dos tratamentos os cochos foram recolhidos às 18 horas, afim de impedir o consumo de alimento, promovendo um jejum de aproximadamente 14 horas anterior ao abate dos animais. Pela manhã do 40º dia os 21 cordeiros machos foram pesados e abatidos pelo processo de sangria, através da secção das veias jugulares, para ser procedida a avaliação do rendimento e das características de carcaça. Executados o abate, a evisceração, a dissecagem e pesagem da gordura perirrenal e a pesagem da carcaça quente, as mesmas foram armazenadas em câmara fria por cerca de 28 horas a uma temperatura de aproximadamente 4º C. Após esse período de resfriamento, foram fotografadas, em duplicata, as áreas de olho de lombo esquerda e direita, para posterior análise.

3.3.5.1. Rendimento de carcaça

O rendimento de carcaça foi obtido através da relação percentual entre o peso da carcaça quente e o peso vivo do animal imediatamente antes do abate. O rendimento de carcaça é dado pela expressão:

$$\text{Rendimento de carcaça (\%)} = (\text{Peso da carcaça quente} / \text{Peso vivo}) \times 100$$

3.3.5.2. Gordura perirrenal

Com o objetivo de se obter uma estimativa das variações dos níveis de deposição de gordura corporal, a gordura visceral perirrenal foi dissecada e imediatamente pesada. Esse parâmetro foi determinado em gramas e na forma de relação percentual do peso da carcaça quente, como segue:

$$\text{Gord. perirrenal (\%)} = (\text{peso da gordura perirrenal} / \text{peso da carcaça quente}) \times 100$$

3.3.5.3. Área de olho de lombo

As áreas de olho de lombo esquerda e direita foram obtidas da carcaça resfriada, após a execução de dois cortes transversais do músculo *Longissimus dorsi*, sendo o primeiro entre a 11ª e a 12ª e o segundo entre a 12ª e a 13ª costelas, e a posterior retirada de fotografias junto a uma régua de 20 cm, em duplicata, da secção do músculo citado entre a 12ª e a 13ª costelas. Os softwares *FarmWorks* e *Calibrate* foram utilizados para o cálculo das áreas de olho de lombo. O *Calibrate* executa a calibração das fotografias após a entrada de informações sobre a escala de dimensão da mesma, que, no caso, foi dada pela régua fotografada junto com as áreas de olho de lombo. O *FarmWorks* calcula uma área desde que ela seja desenhada sobre uma fotografia e que a escala de dimensão da mesma seja fornecida. As áreas de olho de lombo foram determinadas em cm².

3.3.6. Níveis plasmáticos de Glicose e Uréia

As análises bioquímicas foram executadas nas dependências do Laboratório de Bioquímica do Departamento de Patologia Animal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

As amostras de sangue foram retiradas no 1º, 15º, 29º e 39º dias do início dos tratamentos, sendo que todas foram colhidas, aproximadamente, na metade do intervalo entre as duas refeições diárias, ou seja, próximo das 12 horas e 30 min do dia correspondente. Cada amostra sanguínea foi colhida através da

punção da veia jugular. O sangue com o anticoagulante heparina foi imediatamente centrifugado a 2000 rpm durante 15 minutos para a separação do plasma. Esse material foi imediatamente congelado e armazenado a uma temperatura de -20°C , para as posteriores análises dos níveis plasmáticos de glicose e uréia.

No final do experimento o plasma foi descongelado à temperatura ambiente e a concentração plasmática da glicose e da uréia foram ambas determinadas, em triplicatas, através de *Kits* comerciais fornecidos pela Labtest Diagnóstica S.A., cuja metodologia baseia-se em sistemas enzimáticos colorimétricos, seguidos de leitura da absorbância em 600 nm, sendo que os resultados foram expressos em mg/dl.

3.3.7 Análise estatística

Em um delineamento experimental do tipo blocos ao acaso foram distribuídos 21 cordeiros machos em 3 tratamentos. Este princípio da experimentação permite que se imponham restrições na casualização das unidades experimentais afim de se reduzir o erro experimental (GOMES, 1990). Realizou-se o bloqueamento das unidades experimentais com a finalidade de controlar a variabilidade decorrente do peso vivo inicial e do grau de sangue (grupo genético). Para auxiliar na avaliação da hipótese formulada, os dados obtidos foram analisados estatisticamente pela análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, utilizando-se do programa estatístico S.A.E.G. versão 5.0.

4. RESULTADOS

4.1. GANHO DE PESO

Os valores médios, para cada tratamento, de peso vivo inicial, peso vivo final, ganho de peso total e ganho de peso médio diário, determinados durante o período em que os animais foram submetidos aos tratamentos experimentais, estão apresentados na tabela 3. O ganho de peso total, expresso em quilogramas (kg), corresponde à média do mesmo durante todo o período experimental e o ganho de peso médio diário foi obtido através de pesagens semanais e expresso em gramas (g).

A análise estatística dos dados demonstrou a ausência de diferenças significativas por efeito dos tratamentos ($P > 0,05$) quanto ao ganho de peso total e ao ganho de peso médio diário.

TABELA 3 - Peso médio inicial, peso médio final, ganho médio de peso total e ganho médio de peso diário de cordeiros machos em confinamento, com idade inicial média de 3,5 meses e grau de sangue médio de 73% Suffolk, em consumo voluntário de dieta isoprotéica e isocalórica, durante 39 dias de tratamento.

	T 1	T 2	T 3
Peso inicial (kg)	23,87 \pm 1,49 a	23,87 \pm 2,00 a	23,94 \pm 2,34 a
Peso final (kg)	40,18 \pm 2,63 a	39,04 \pm 2,38 a	38,86 \pm 3,17 a
Ganho total (kg)	16,31 \pm 2,30 a	15,17 \pm 1,19 a	14,91 \pm 1,85 a
Ganho médio diário (g)	418,13 \pm 58,98 a	389,00 \pm 30,65 a	382,41 \pm 47,45 a

T 1: ração com farelo de soja; T 2: ração com soja tostado; T 3: ração com Soy Pass II
Médias nas linhas seguidas de letras diferentes diferem ao nível de 5% de probabilidade
Médias comparadas pelo teste de Tukey

4.2. CONSUMO ALIMENTAR

A tabela 4 demonstra os valores médios obtidos para o parâmetro de consumo alimentar. Os resultados de consumo da dieta experimental são apresentados nas formas de consumo total e consumo médio diário em matéria fresca da ração, expressos em quilograma (kg), obtidos através da pesagem diária da quantidade fornecida e das pesagens semanais das sobras das rações ofertadas, as quais foram coletadas diariamente.

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$) para o consumo total e o consumo médio diário da dieta, em matéria fresca, durante o período de tratamento. Como ilustração, observa-se, também na tabela 4, os valores de consumo médio diário de MS em porcentagem do peso vivo, salientando-se que o conteúdo em umidade das três rações experimentais mantiveram-se praticamente constantes, em torno de 10 %, durante todo o período de consumo das mesmas.

4.3. CONVERSÃO ALIMENTAR

Os dados médios observados em relação à conversão alimentar estão apresentados na tabela 4. A eficiência do ganho de peso em relação ao consumo alimentar foi expressa em quantos quilogramas de matéria fresca da dieta foram ingeridos para cada quilograma de ganho de peso vivo. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$) quanto à conversão alimentar.

TABELA 4 - Consumo médio total e diário em matéria fresca (MF) da ração, consumo médio diário de matéria seca (MS) e conversão alimentar de cordeiros machos em confinamento, com idade inicial média de 3,5 meses e grau de sangue médio de 73% Suffolk, em consumo voluntário de dieta isoprotéica e isocalórica, durante 39 dias de tratamento.

	T 1	T 2	T 3
Consumo total de MF (kg)	58,23 ± 1,00 a	57,66 ± 1,87 a	58,54 ± 2,27 a
Consumo médio diário de MF (kg)	1,49 ± 0,03 a	1,48 ± 0,05 a	1,50 ± 0,06 a
Consumo médio diário de MS (%PV)	4,16 ± 0,25 a	4,19 ± 0,19 a	4,27 ± 0,27 a
Conversão alimentar (kg)	3,63 ± 0,49 a	3,81 ± 0,26 a	3,92 ± 0,46 a

T 1: ração com farelo de soja; T 2: ração com soja tostado; T 3: ração com Soy Pass II

Médias nas linhas seguidas de letras diferentes diferem ao nível de 5% de probabilidade Médias comparadas pelo teste de Tukey

4.4. CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA

As características de carcaça avaliadas nesse experimento, foram: peso de carcaça quente, expresso em quilogramas (kg); rendimento de carcaça, em porcentagem (%); gordura perirrenal, em gramas (g); gordura perirrenal, em porcentagem da carcaça quente (%); e área de olho de lombo esquerda e direita, em centímetros quadrados (cm²). Os dados médios relativos a esses parâmetros podem ser observados na tabela 5.

4.4.1. Peso de carcaça quente

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$) para o peso de carcaça quente.

4.4.2. Rendimento de carcaça

Para o rendimento de carcaça, as diferenças encontradas não foram significativas por efeito dos tratamentos a nível de 5% de probabilidade. Entretanto, o rendimento de carcaça apresentou uma significativa tendência ($P = 0,055$) de redução por efeito do tratamento com Soy Pass II (T3) em relação aos tratamentos com farelo de soja (T1) e com soja tostado (T2), os quais não diferiram entre si.

4.4.3. Gordura perirrenal

As diferenças encontradas da quantidade de gordura perirrenal não foram significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos, apesar de observada a presença de uma significativa tendência ($P = 0,073$) de redução do acúmulo de gordura perirrenal, dado em porcentagem da carcaça quente, por efeito do tratamento com Soy Pass II (T3), em relação aos tratamentos com farelo de soja (T1) e com soja tostado (T2), os quais mostraram-se estatisticamente semelhantes entre si.

4.4.4. Área de olho de lombo

Os valores médios obtidos para as áreas de olho de lombo esquerda e direita não apresentaram diferenças significativas por efeito dos tratamentos ($P > 0,05$).

TABELA 5 - Peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, gordura perirrenal e área de olho de lombo esquerda e direita de cordeiros machos em confinamento, com idade inicial média de 3,5 meses e grau de sangue médio de 73% Suffolk, em consumo voluntário de dieta isoprotéica e isocalórica, durante 39 dias de tratamento.

	T 1	T 2	T 3
Peso de carcaça quente (kg)	18,39 ± 1,43 a	18,21 ± 1,25 a	16,73 ± 1,63 a
Rendimento de carcaça (%) *	48,69 ± 2,88 a	49,30 ± 1,53 a	45,45 ± 2,31 a
Gordura perirrenal (g)	152 ± 26 a	158 ± 38 a	118 ± 20 a
Gordura perirrenal (%) **	0,83 ± 0,12 a	0,86 ± 0,16 a	0,71 ± 0,07 a
Área de olho de lombo esquerda (cm ²)	16,99 ± 2,80 a	17,18 ± 1,73 a	15,59 ± 1,57 a
Área de olho de lombo direita (cm ²)	16,64 ± 2,50 a	17,05 ± 1,95 a	15,93 ± 1,79 a

T 1: ração com farelo de soja; T 2: ração com soja tostado; T 3: ração com Soy Pass II
 Médias nas linhas seguidas de letras diferentes diferem ao nível de 5% de probabilidade
 Médias comparadas pelo teste de Tukey

* P = 0,055

** P = 0,073

4.5. CONCENTRAÇÕES PLASMÁTICAS DE GLICOSE E URÉIA

Os valores médios referentes aos níveis plasmáticos de Glicose e de Uréia foram expressos em mg/dl e podem ser observados nas tabelas 6 e 7.

4.5.1. Concentração plasmática de glicose

Dentro dos 3 tratamentos, os níveis médios de Glicose plasmática mostraram-se relativamente estáveis durante todo o período de consumo das rações experimentais. Não foram observadas diferenças significativas da concentração plasmática de glicose entre os tratamentos (P > 0,05) para os períodos de colheita de sangue procedidos no presente experimento.

TABELA 6 - Níveis plasmáticos de glicose de cordeiros machos em confinamento, com idade inicial média de 3,5 meses e grau de sangue médio de 73% Suffolk, em consumo voluntário de dieta isoprotéica e isocalórica, durante 39 dias de tratamento.

Tratamentos	Glicose plasmática (mg/dl)		
	T 1	T 2	T 3
Intervalo de colheita			
Dia inicial (1º)	66,81 ± 7,24 a	70,55 ± 5,26 a	68,97 ± 6,88 a
15º dia	78,34 ± 4,75 a	81,45 ± 6,23 a	78,57 ± 3,95 a
29º dia	78,43 ± 6,46 a	80,19 ± 6,76 a	75,79 ± 3,98 a
Último dia (39º)	74,41 ± 3,38 a	74,44 ± 6,48 a	74,13 ± 3,55 a

T 1: ração com farelo de soja; T 2: ração com soja tostado; T 3: ração com Soy Pass II

Médias nas linhas seguidas de letras diferentes diferem ao nível de 5% de probabilidade

Médias comparadas pelo teste de Tukey

4.5.2. Concentração plasmática de uréia

Os níveis médios de uréia plasmática mantiveram-se relativamente estáveis até a 2ª semana do início dos tratamentos, apresentaram uma rápida e significativa elevação entre a 2ª e a 3ª semanas, a qual se manteve até o final do período de oferta da dieta experimental. Comportamento semelhante foi observado em todos os tratamentos, sendo que o aumento da concentração de uréia no plasma foi significativamente menor ($P < 0,05$) por efeito do tratamento padrão com farelo de soja (T1) em relação aos tratamentos com soja tostado (T2) e com Soy Pass II (T3), que não apresentaram diferenças significativas entre si.

TABELA 7 - Níveis plasmáticos de uréia de cordeiros machos em confinamento, com idade inicial média de 3,5 meses e grau de sangue médio de 73% Suffolk, em consumo voluntário de dieta isoprotéica e isocalórica, durante 39 dias de tratamento.

Tratamentos	Uréia plasmática (mg/dl)		
	T 1	T 2	T 3
Intervalo de colheita			
Dia inicial (1º)	36,21 ± 3,14 a	44,54 ± 4,14 b	40,16 ± 4,59 ab
15º dia	36,79 ± 4,02 a	43,63 ± 4,22 b	44,47 ± 3,89 b
29º dia	47,33 ± 3,76 b	54,21 ± 5,51 a	57,38 ± 3,35 a
Último dia (39º)	45,59 ± 3,32 b	57,74 ± 4,86 a	58,09 ± 4,78 a

T 1: ração com farelo de soja; T 2: ração com soja tostado; T 3: ração com Soy Pass II
 Médias nas linhas seguidas de letras diferentes diferem ao nível de 5% de probabilidade
 Médias nas colunas seguidas de letras diferentes diferem ao nível de 5% de probabilidade
 Médias comparadas pelo teste de Tukey

5. DISCUSSÃO

5.1. GANHO DE PESO

Pela semelhança dos resultados obtidos no presente trabalho para os ganhos de peso médio total e diário, observa-se que, nas condições em que foi realizado o experimento, os cordeiros machos em fase de crescimento não responderam favoravelmente à substituição do farelo de soja pelas fontes protéicas com maior proporção de proteína não degradada no rúmen.

A suplementação dietética com uma fonte de proteína de alta qualidade e baixa degradabilidade no rúmen resultou em um melhor aporte de aminoácidos a nível intestinal e um melhor ganho de peso em experimentos realizados por VEIRA et al. (1985), VEIRA et al. (1988) e STEEN (1989), quando suplementaram a dieta de bovinos, em fase de crescimento, utilizando a farinha de peixe como fonte de proteína de baixa degradabilidade no rúmen. TAYER & BRYANT (1988) observaram melhor ganho de peso com a inclusão de farinha de peixe na alimentação de cordeiros machos, meio sangue Suffolk, em fase de crescimento entre os 30 kg e 40 kg de peso vivo.

CLARK et al. (1992) citam que o fornecimento de fontes protéicas ricas em proteína não degradada no rúmen, visando aumentar a passagem de proteína dietética para o intestino delgado, tem levado a resultados de desempenho animal não satisfatórios, o que pode ser atribuído, entre outros fatores, à redução da síntese de proteína microbiana, à baixa disponibilidade intestinal da fração protegida da proteína dietética ou, ainda, à limitação da composição de aminoácidos da proteína não degradada no rúmen que alcança o intestino delgado. KEERY et al. (1993), avaliando o fluxo de aminoácidos para o intestino delgado de novilhos alimentados com fontes de proteína de alta degradabilidade no rúmen (farelo de soja) e fontes de proteína sobrepassante (farelo de soja tostado, farinha de peixe e glutenose), observaram que a lisina, a metionina e a

treonina foram deficientes na proteína microbiana para atender as exigências de novilhos em crescimento. CHEN & ORSKOV (1994) citam que os primeiros aminoácidos limitantes da proteína microbiana em relação a um nível ótimo requerido para deposição de tecido muscular em cordeiros, em ordem decrescente, são: metionina, lisina, histidina e arginina.

A suplementação dietética com proteína de baixa degradabilidade ruminal pode prejudicar a síntese de proteína microbiana quando reduz a disponibilidade de amônia, aminoácidos, peptídeos ou energia para os microorganismos do rúmen. Segundo HUSSEIN & JORDAN (1991a), a maior quantidade de proteína que escapa da degradação ruminal, quando uma proteína protegida substitui o farelo de soja na dieta, pode provocar uma redução da síntese de proteína microbiana no rúmen. A amônia é a única fonte de compostos nitrogenados para as principais espécies de bactérias celulolíticas presentes no rúmen (Nolan, 1993, citado por VALADARES et al., 1997). TAMMINGA (1979) justifica que essa menor produção de biomassa no rúmen pode ser causada por carência de nitrogênio amoniacal, necessário para uma boa fermentação ruminal e uma melhor eficiência da síntese de proteína microbiana. Alguns trabalhos associam a uréia com níveis elevados de proteína protegida na dieta, para garantir o fornecimento de nitrogênio amoniacal para os microorganismos do rúmen (KLOPFENSTEIN, 1985). Entretanto, ECK et al. (1988) afirmam que a gravidade da deficiência de nitrogênio amoniacal para o crescimento dos microorganismos ruminais depende do tipo e da composição da dieta. O volumoso utilizado no presente experimento foi o feno de alfafa, cuja proteína é menos degradável no rúmen do que a proteína de uma silagem de boa qualidade, a qual é utilizada como volumoso na maioria dos experimentos com proteína protegida. As dietas com feno de alfafa associado com níveis elevados de proteína protegida, caracterizadas nos tratamentos com o soja tostado (T2) e, principalmente, com o Soy Pass II (T3), podem ter provocado deficiência de nitrogênio amoniacal no rúmen e, conseqüentemente, uma pior eficiência da fermentação microbiana. Portanto, os animais que receberam esses tratamentos, principalmente os animais do tratamento 3, podem ter carecido de

uma melhor produção fermentativa dos microorganismos do rúmen. A provável menor disponibilidade de proteína microbiana para os cordeiros que receberam os tratamentos T2 e T3 pode ter contribuído para ausência de um melhor ganho de peso em relação àqueles obtidos com os cordeiros que receberam o tratamento padrão com farelo de soja (T1). GIBB & BAKER (1987), avaliando a performance de novilhos consumindo silagem ou feno de alfafa à vontade como volumoso e com ou sem a suplementação de proteína protegida, observaram um aumento no ganho de peso de 148g e 88g com a inclusão de proteína protegida, respectivamente, com as dietas à base de silagem e feno de alfafa. A diferença na resposta foi atribuída a um aumento na digestibilidade da matéria orgânica da silagem em relação ao feno. Este resultado sugere que a silagem é melhor volumoso do que o feno para ser suplementada com proteína de baixa degradabilidade ruminal.

No presente experimento, a proteína da dieta apresentou uma fração que foi degradada e outra que escapou da degradação microbiana no rúmen. A proteína dietética que é degradada no rúmen dá origem a peptídeos e aminoácidos, os quais podem ser utilizados para a síntese de proteína microbiana ou, ainda, esses aminoácidos podem ser desaminados produzindo amônia, a qual, juntamente com cadeias de carbono provenientes da fermentação de carboidratos e utilizando a energia gerada nesse processo, pode ser incorporada à proteína microbiana. Portanto, uma melhor utilização da amônia para produção de proteína microbiana depende da sincronização entre a taxa de degradação da proteína e da fermentação dos carboidratos. Segundo Russell et al. (1991), citados por ROSSI JUNIOR (1998), quando a taxa de degradação da proteína for maior que a dos carboidratos, faltará energia e esqueletos de carbono para a incorporação do nitrogênio amoniacal em proteína microbiana e o excesso de amônia produzida será absorvida do rúmen e excretada, na forma de uréia, através da urina. Os mesmos autores salientam que, além da perda de compostos nitrogenados, ocorre desperdício de energia que é necessária para a síntese de uréia. A utilização de fontes de proteína protegida na dieta de ruminantes é eficiente para a produção

animal somente quando as mesmas não prejudicarem o crescimento microbiano e quando os aminoácidos fornecidos pela proteína microbiana não forem suficientes para atender as exigências para uma determinada produção do animal ruminante (Valadares Filho, 1995, citado por ROSSI JUNIOR, 1998). Segundo VAN SOEST (1994), a presença de carboidratos solúveis está bastante reduzida em silagens que não foram bem preservadas, devido ao fato de terem sido fermentados em grande quantidade dentro do silo. O uso de nitrogênio amoniacal e outros compostos nitrogenados não protéicos para síntese de proteína microbiana depende de carboidratos prontamente disponíveis. Portanto, o mesmo autor considera que a síntese de proteína microbiana no rúmen de animais alimentados com silagem de baixa qualidade encontra-se limitada e a adição de fontes protéicas de baixa degradabilidade no rúmen deve corrigir a deficiência de aminoácidos para o animal ruminante. Por outro lado, VEIRA et al. (1990), suplementando novilhos em terminação com farelo de soja, farinha de peixe, cevada e cevada mais farinha de peixe, atribuiu a resposta similar entre a utilização do farelo de soja e da farinha de peixe ao fato de que o efeito da suplementação protéica não se deve somente ao aumento da passagem da proteína da dieta pelo rúmen, mas, também, devido a um aumento na síntese de proteína microbiana.

HUSSEIN & JORDAN (1991b) não observaram diferença significativa para o ganho de peso de cordeiros em terminação quando o farelo de soja foi substituído pela farinha de peixe, usada como fonte de proteína protegida, o que está de acordo com o presente trabalho. Os autores utilizaram como volumoso o feno de alfafa e níveis de 0%; 3,4%; 6,4%; e 9,9% de farinha de peixe em concentrados isoprotéicos e isoenergéticos. Três hipóteses foram levantadas pelos autores para explicar a ausência de uma melhor eficiência produtiva por efeito da utilização dessa fonte de proteína de baixa degradabilidade ruminal. A primeira hipótese está relacionada com a alta quantidade de milho no concentrado fornecido para os animais. Segundo ROGERS et al. (1989), dietas que contém uma grande quantidade de produtos derivados do milho promovem uma redução da eficiência

do crescimento dos microorganismos no rúmen, reduzindo a passagem de aminoácidos, principalmente da lisina, para o intestino delgado dos ruminantes. LOERCH et al. (1983) afirmam que níveis elevados de milho na dieta de ruminantes em crescimento e engorda sempre está associado com uma redução do pH ruminal. O mesmos autores citam que a diminuição do pH do meio ruminal reduz significativamente a degradação da proteína bruta do farelo de soja até níveis similares àqueles observados nas farinhas de carne e ossos. A segunda hipótese está relacionada com o estado fisiológico do animal. CHALUPA (1974) sugere que o potencial das fontes protéicas de baixa degradabilidade ruminal para aumentar a taxa e a eficiência do ganho de peso é maior para os ruminantes jovens que apresentam maiores exigências de aminoácidos para atender a manutenção e o rápido crescimento. A terceira hipótese, sugerida por HUSSEIN & JORDAN (1991b), para justificar a ausência de resposta à adição de proteína protegida na alimentação de ruminantes, é a deficiência de amônia no rúmen prejudicando a produção de proteína microbiana e a eficiência da fermentação ruminal.

CHALUPA (1984) relaciona, entre fatores que podem influenciar nos resultados de experimentos que utilizam a proteína protegida, a superproteção da proteína. VAN SOEST (1994) observa que carboidratos, por efeito do calor, podem se condensar com aminoácidos, principalmente aqueles que têm grupos nucleofílicos livres, tais como a amina da lisina e o enxofre da cistina e da metionina, formando compostos polimerizados que possuem muitas propriedades físicas semelhantes à lignina e, conseqüentemente, reduzindo a digestibilidade das proteínas no trato gastrointestinal. A proteína protegida avaliada pelo presente experimento (Soy Pass II) pode ter apresentado uma reduzida digestibilidade intestinal ou, ainda, o que parece mais provável, ter proporcionado um maior desequilíbrio em aminoácidos disponíveis para absorção intestinal em relação às necessidades dos cordeiros em crescimento. A provável superproteção da proteína do Soy Pass II pode ter contribuído, em parte, para a ausência de uma melhor eficiência produtiva por efeito da utilização dessa fonte de proteína.

Existem poucos dados da composição de aminoácidos da fração protéica que não é degradada no rúmen para os diferentes alimentos. MANTYSAARI et al. (1989) citam que a degradação dos diferentes aminoácidos no rúmen não acontece na mesma extensão. Ainda, os alimentos diferem amplamente em seus teores de aminoácidos e, por esse motivo, recomenda-se a combinação de fontes protéicas de baixa degradabilidade ruminal para fornecer uma proporção ótima de aminoácidos a nível de intestino delgado (KLOPFENSTEIN, 1985).

5.2. CONSUMO ALIMENTAR

O consumo de matéria fresca da ração não foi alterado significativamente por efeito dos diferentes níveis de proteína não degradada no rúmen. Observa-se que as três dietas experimentais apresentaram semelhança em matéria seca, proteína bruta, energia metabolizável e fibra em detergente neutro. Resultados semelhantes de consumo alimentar foram obtidos por STEEN (1989). Os mesmos autores, alimentando novilhos, não observaram alterações no consumo de silagem com a utilização de níveis crescentes de farinha de peixe, usada como fonte de proteína protegida. VEIRA et al. (1990) observaram que o suplemento protéico não alterou o consumo total de matéria seca, porém diminuiu o consumo de silagem em 14%.

Contrastando com os resultados do presente trabalho, GILL & ENGLAND (1984) e ENGLAND & GILL (1985) observaram aumento no consumo de silagem com a inclusão de pequena quantidade de farinha de peixe, usada como fonte de proteína protegida, na dieta de novilhos e ORTIGUES et al. (1990) que observaram aumento no consumo total de matéria seca e de nitrogênio com a inclusão de farinha de peixe na alimentação de novilhas leiteiras recebendo feno como volumoso. Com relação a cordeiros consumindo dieta baseada em feno e suplementada com farinha de peixe, TAN & BRYANT (1991) observaram que o consumo total de matéria seca não foi deprimido com a utilização de altos níveis do concentrado quando a farinha de peixe estava presente na ração. Por outro

lado, os mesmos autores observaram aumento do consumo de matéria seca por quilo de peso metabólico à medida que se aumentava a inclusão de farinha de peixe na dieta.

A infusão de proteínas no duodeno ou o fornecimento de proteína de baixa degradabilidade ruminal através da dieta têm estimulado o consumo voluntário. Porém, as respostas obtidas em diferentes experimentos não têm apresentado uniformidade e as explicações para tais resultados são bastante divergentes. Portanto, a complexa interrelação entre o consumo voluntário e a utilização de proteína protegida na dieta precisa ser melhor elucidada. De acordo com VAN SOEST (1994), em 85% dos experimentos com suplementação de proteína protegida que obtiveram aumento de ganho de peso, observava-se também que a ingestão alimentar estava aumentada. O mesmo autor observa que a razão do aumento do consumo alimentar por efeito de maior suplementação de proteína pós-ruminal ainda não está totalmente esclarecida. STEEN (1988), analisando os efeitos da suplementação protéica com soja ou farinha de peixe sobre a ingestão de silagem de milho de média ou de alta digestibilidade, observou que o consumo de silagem de bovinos tende a aumentar por efeito da suplementação protéica somente quando a mesma promove um aumento concomitante da digestibilidade da matéria orgânica. O mesmo autor justifica que a ausência de diferença significativa da ingestão alimentar, observada em seu trabalho, ocorreu porque a digestão ruminal não foi limitada pela disponibilidade de proteína na dieta controle, visto que tanto a digestibilidade da fibra quanto o consumo alimentar não foram afetados pela suplementação de proteína. No mesmo trabalho, o autor observou semelhança na performance dos animais para os diferentes tratamentos e justifica que a alta concentração de energia digestível observada com a silagem de alta digestibilidade, assim como o alto nível de suplementação concentrada usada com a silagem de média digestibilidade, foram os responsáveis pela ausência de variação na resposta produtiva por efeito dos tratamentos. O mesmo autor observa, ainda, que a demanda do animal ruminante por proteína pode influenciar os efeitos da suplementação de proteína sobre a ingestão de silagem. Oldham

(1981), citado por STEEN (1988), em revisão de literatura, concluiu que a suplementação protéica consistentemente aumentou a ingestão de vacas lactantes, porém o mesmo efeito sobre a ingestão de bovinos de corte não foi observado com a mesma consistência.

ARAÚJO et al. (1994), estudando o efeito de rações isoprotéicas, porém com diferentes níveis de degradabilidade ruminal, sobre o consumo e a digestão da proteína bruta, observaram que o consumo voluntário de nitrogênio protéico não diferiu entre os tratamentos e que o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta foi menor para a ração com maior nível de proteína não degradável no rúmen (PNDR) em relação às rações com menores quantidades de PNDR. Utilizando-se de dados de 36 experimentos realizados com vacas lactantes, submetidas a diferentes condições alimentares, CLARK et al. (1992) verificaram alta correlação entre a passagem do nitrogênio não amoniacal para o intestino delgado e o consumo de matéria orgânica. Rode e Satter (1988), citados por CLARK et al. (1992), trabalharam com dietas que continham de 25 a 75% de feno de alfafa e observaram que a proporção de volumoso na dieta não afetou o consumo de nitrogênio e também a quantidade de nitrogênio não amoniacal e nitrogênio microbiano fluindo para o intestino delgado. A dieta contendo 75% de feno de alfafa apresentou menor quantidade de matéria orgânica aparentemente digestível, porém a maior quantidade de volumoso consumida nesta dieta proporcionou melhor eficiência da síntese de proteína microbiana.

5.3. CONVERSÃO ALIMENTAR

Os resultados de conversão alimentar obtidos no presente trabalho sugerem que a dieta com a proteína protegida testada (Soy Pass II) não alcançou, nas condições do presente experimento, o objetivo de melhorar a oferta de nutrientes disponíveis no intestino delgado em relação às necessidades de cordeiros em crescimento. Ao contrário do que era esperado, observou-se uma pior eficiência

alimentar para a dieta com a proteína protegida do Soy Pass II em relação às demais dietas, apesar dessa diferença não ter sido estatisticamente significativa.

Os resultados de eficiência alimentar do presente trabalho divergem daqueles obtidos por ADAM et al. (1982) e VEIRA et al. (1985), que obtiveram em média um consumo de matéria seca por unidade de ganho de peso 12,6% menor para novilhos alimentados com fontes de proteína protegida na dieta. TAN & BRYANT (1991) observaram uma taxa de conversão alimentar significativamente melhor para cordeiros suplementados com proteína de baixa degradabilidade no rúmen. ADAM et al. (1982) afirmaram que a conversão alimentar de cordeiros jovens em fase de crescimento é significativamente melhor quando a farinha de peixe é adicionada na dieta em níveis de 2 a 8%, substituindo em parte a fonte de maior proteína que normalmente é o farelo de soja.

5.4. CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA

Os cordeiros machos em crescimento do presente experimento que consumiram a ração com a proteína protegida do Soy Pass II (T3) apresentaram uma tendência de possuírem uma carcaça mais leve em relação aos cordeiros dos demais tratamentos, embora esta diferença não tenha sido estatisticamente significativa. Ainda, observou-se uma significativa tendência para um pior rendimento de carcaça ($P = 0,055$) e para uma menor deposição de gordura perirrenal ($P = 0,073$) por efeito do tratamento com Soy Pass II (T3) em comparação com os tratamentos com farelo de soja (T1) e com soja tostado (T2), que assemelharam-se entre si. A característica de área de olho de lombo não foi influenciada pelas diferentes fontes de proteína, nas condições do presente experimento.

Ao contrário do observado no presente trabalho, BEERMANN et al. (1986) obtiveram um melhor rendimento de carcaça, uma maior área do músculo *Longissimus dorsi* e uma melhor conformação do quarto posterior com a adição de

farinha de peixe na dieta. Segundo os mesmos autores, a adição de 3% de farinha de peixe na dieta aumentou as medidas de carcaça que estão relacionadas com o desenvolvimento da musculatura esquelética, elevando, inclusive, o peso de diferentes músculos. Esta resposta foi mais evidente quando prolongou-se o período de fornecimento da farinha de peixe de 5 para 10 semanas. Os mesmos autores explicam que esta influência do período de fornecimento pode ser devido ao desenvolvimento de uma maior capacidade ruminal dos cordeiros mais velhos, devido à necessidade de uma maior degradação ruminal da dieta com a proteína do soja, que foi substituída pela proteína protegida. VEIRA et al. (1988), avaliando a suplementação de novilhos com farinha de peixe, obtiveram resultados de melhor peso de abate e peso de carcaça. Entretanto, as demais características não foram influenciadas pela utilização de uma fonte protéica de baixa degradabilidade no rúmen. Os mesmos autores sugerem que as diferenças na composição de carcaça poderiam ser detectadas através de análises químicas corporais. Não foram observadas diferenças significativas para rendimento de carcaça, espessura de gordura, área do músculo *Longissimus dorsi* e quantidade de gordura perirrenal e peritoneal quando STEEN (1988) e STEEN (1989) trabalhou com novilhos suplementados com proteína de baixa degradabilidade ruminal. Este autor comenta que a ausência do efeito da suplementação protéica pode ter ocorrido devido ao intervalo de tempo entre o término do seu experimento e o abate dos animais. O mesmo autor sugere que a ausência de resposta no peso vivo ao abate ou no peso de carcaça pode ser atribuída a um crescimento compensatório dos animais do grupo controle.

O plano nutricional pode afetar a eficiência do crescimento em cordeiros, porém o efeito na composição corporal é divergente (BEERMANN et al., 1986). A obtenção de uma melhor composição de carcaça de ovinos depende de uma série de fatores, como, por exemplo, o potencial genético, o sexo, a fase de crescimento, as condições ambientais e de manejo, etc., que podem dificultar ou mesmo impossibilitar a obtenção de uma composição de carcaça desejada por efeito do balanceamento da dieta. O excesso de gordura na carne de ovinos é um

problema para esta criação e a demanda de mercado por carnes com menor proporção de gordura tem aumentado consideravelmente. Baseado neste fato, VIPOND et al. (1989), trabalhando com cordeiros gordos recebendo dietas pobres em energia, obtiveram uma carcaça mais pesada, porém com menores teores de gordura, por efeito da suplementação com farinha de peixe.

A fonte de proteína protegida Soy Pass II (T3) mostrou-se aparentemente menos eficiente para a produção de carne de cordeiros, tanto pela menor deposição de tecido muscular, conforme evidenciado pelo menor rendimento de carcaça, como pela menor eficiência do metabolismo energético e protéico, conforme evidenciado pela menor deposição de gordura perirrenal.

5.5. NÍVEIS PLASMÁTICOS DE GLICOSE E URÉIA

As dietas usuais dos animais ruminantes contém reduzida quantidade de carboidratos prontamente disponíveis para digestão e, quando presentes, os mesmos são amplamente fermentados nos pré-estômagos até a formação de ácidos graxos voláteis. O resultado é que quase nenhum carboidrato digerível chega ao intestino para digestão glandular e absorção como glicose (CUNNINGHAM, 1993). Para enfrentar tal situação, de acordo com o mesmo autor, os ruminantes desenvolveram sistemas eficientes tanto de produção quanto de conservação de glicose. Bergman & Pell (1985), citados por VAN SOEST (1994), observam que os requerimentos de glicose do ruminante adulto dependem amplamente da gliconeogênese a partir de nutrientes precursores, entre os quais o ácido propiônico e os aminoácidos glicogênicos são os principais. Um estado de *déficit* metabólico de energia promove redução da glicemia apenas um ou dois dias depois, como resultado da depressão das reservas de glicogênio hepático (CUNNINGHAM, 1993). O mesmo autor observa que a carência de energia metabólica geralmente é acompanhada de acúmulo de corpos cetônicos (cetose), que são os produtos intermediários do metabolismo dos ácidos graxos, devido a

acentuada mobilização de lipídeos. A cetose acentua-se na falta de glicose, a qual é necessária como precursora de oxalacetato para o metabolismo oxidativo da acetil-CoA via ciclo do ácido cítrico. Por outro lado, um excesso de ácido propiônico ou de aminoácidos glicogênicos disponíveis, principais substratos da neoglicogênese, tendem a elevar a produção de glicose pelo organismo. Porém, a glicemia logo é controlada pela função homeostática, principalmente dos hormônios insulina e glucagon (VAN SOEST, 1994).

O objetivo da avaliação dos níveis de glicose plasmática no presente experimento foi de verificar que o padrão de normalidade do metabolismo não foi alterado pelas condições experimentais, a ponto de ser observado através da glicemia. Os resultados dos níveis plasmáticos de glicose obtidos no presente trabalho sugerem que não ocorreu um desequilíbrio acentuado do metabolismo energético por efeito dos tratamentos. Porém, sugere-se, de acordo com os resultados obtidos de menor deposição de tecido muscular e gordura perirrenal, além da maior concentração de uréia plasmática, a possibilidade de ter ocorrido uma menor eficiência do metabolismo energético para a dieta com a proteína protegida do Soy Pass II (T3), provavelmente pelo fato desta dieta ter apresentado uma maior dependência dos aminoácidos glicogênicos para a produção de glicose, assim como para o suprimento de energia metabólica, em relação às demais dietas. O aumento da utilização de aminoácidos glicogênicos para a síntese de glicose eleva o custo de manutenção da proteína metabolizável, além de aumentar a produção de amônia que deve ser excretada na forma de uréia. O aumento da necessidade de metabolizar amônia pode promover um incremento calórico adicional e prejudicar a eficiência do metabolismo energético (Macrae & Loble, 1986, citados por VAN SOEST, 1994).

A ausência de efeito significativo da suplementação de proteína (farelo de soja ou farinha de peixe) sobre a concentração de glicose no sangue foi observada por STEEN (1988), quando o autor trabalhou com bovinos em terminação alimentados com silagem de alta digestibilidade como dieta base. Gill & Beever (1982), citados por STEEN (1988), sugerem que a suplementação de

proteína dificilmente produzirá um aumento na produção de glicose na ausência de um aumento da ingestão de energia digestível.

A maioria das espécies de bactérias presentes no rúmen podem utilizar o nitrogênio amoniacal para síntese de proteína microbiana. A amônia é a única fonte de compostos nitrogenados para as principais espécies de bactérias celulolíticas, tais como: *Rumminococcus albus*, *Rumminococcus flavefaciens* e *Fibrobacter succinogenes* (Nolan, 1993, citado por VALADARES et al., 1997). O mesmo autor cita que a amônia no rúmen é originada principalmente da fermentação ruminal das proteínas da dieta, de células lisadas, da uréia reciclada e da uréia dietética, sendo absorvida pela célula microbiana por difusão passiva na forma de NH_3 . Ainda, o mesmo autor relata que a rota principal da amônia não assimilada pelos microorganismos do rúmen é a absorção através da parede ruminal. A amônia é rapidamente removida da circulação pelo fígado, onde é convertida a uréia, que constitui a forma principal pela qual o nitrogênio é eliminado do organismo em mamíferos, sendo que uma fração dessa uréia sanguínea pode ser transferida para o rúmen por meio da saliva ou do epitélio ruminal (Lobley et al., 1995, citados por VALADARES et al., 1997). VALADARES et al. (1997), relacionando as concentrações médias de nitrogênio amoniacal ruminal e nitrogênio uréico plasmático, obtiveram alta correlação (78%).

ABDELGADIR et al. (1996), analisando o efeito da tostagem do soja sobre metabólitos do sangue, consideraram que o aumento da concentração de uréia plasmática poderia estar relacionada com a maior quantidade de proteína degradável no rúmen (PDR) da dieta contendo o soja não tratado. Os mesmos autores sugerem que a maior concentração de uréia plasmática poderia ter resultado também de uma maior taxa do catabolismo protéico para compensar um *déficit* de energia ou de glicose ou, ainda, por efeito de um desbalanceamento de aminoácidos alcançando o intestino delgado.

A concentração plasmática de uréia é positivamente relacionada com a ingestão de nitrogênio, conforme verificado por EGAN e KELLAWAY (1971); SIDDONS et al. (1985); ROSELER et al. (1993); e VALADARES et al. (1997), e

influenciada pelo teor de proteína degradada (PDR) e não degradada (PNDR) no rúmen (ROSELER et al., 1993). A correlação entre a concentração plasmática de nitrogênio uréico e o teor de proteína bruta da dieta obtida por VALADARES et al. (1997), para vacas gestantes ou em lactação, foi de 81%. Os mesmos autores observaram que os maiores coeficientes de correlação (83%) entre o teor de PB da dieta e a concentração plasmática de nitrogênio uréico foram obtidos entre 4 e 6 horas após a alimentação. Uma menor variação no nível plasmático de uréia em relação ao tempo após a alimentação foi observada, pelos mesmos autores, quando as dietas continham altos teores de proteína bruta (14,5% da MS). O aumento dos níveis plasmáticos de uréia, observado a partir da 2ª semana após o início do fornecimento das dietas isoprotéicas, que constituíram os três tratamentos do presente experimento, pode ter ocorrido, em parte, por efeito do teor de proteína bruta da dieta (18% da MS). O período de tempo entre o início da ingestão das dietas experimentais e a elevação dos níveis plasmáticos de uréia pode ter correspondido, em parte, ao tempo necessário para adaptação à nova dieta ou, ainda, pode ser devido, em parte, aos animais encontrarem-se em balanço negativo de nitrogênio antes do início dos tratamentos.

ROSELER et al. (1993), trabalhando com dietas isoprotéicas e balanceadas em termos de proteína degradável (PDR) e não degradável (PNDR) no rúmen, observaram aumento da concentração plasmática de uréia, em vacas lactantes, quando a dieta fornecida apresentava tanto um excesso de PDR quanto de PNDR. Os maiores níveis de uréia plasmática, observados no presente trabalho, por efeito das dietas com soja tostado (T2) e com Soy Pass II (T3), em relação à dieta com farelo de soja (T1), podem ter ocorrido, em parte, devido a um excesso de proteína não degradável no rúmen ou, de acordo com ABDELGADIR et al. (1996), devido a um maior desequilíbrio de aminoácidos alcançando o intestino delgado.

Tentativas bem sucedidas têm sido feitas para utilizar a concentração plasmática de uréia como índice da degradabilidade da proteína (Bertoni et al., 1989, citados por ROSELER et al., 1993) ou como indicador da condição nutricional (GUSTAFSSON & PALMQUIST, 1993). Para Broderick (1995), citado

por VALADARES et al. (1997), a concentração elevada de uréia plasmática está relacionada com a utilização ineficiente da proteína bruta da dieta, o que provavelmente ocorreu em maior proporção, no presente trabalho, com as dietas contendo o soja tostado (T2) e o Soy Pass II (T3) comparando-se com a dieta padrão com o farelo de soja (T1).

6. CONCLUSÃO

Nas condições experimentais do presente trabalho e de acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- a) a hipótese de que a fonte de proteína protegida do soja testada melhoraria a performance dos cordeiros em fase de crescimento e com maior produção de carne magra, por elevar o valor biológico da proteína que alcança o intestino delgado do animal, foi negada pelos resultados zootécnicos obtidos.
- b) Ao contrário do que se esperava, os dados obtidos são compatíveis com uma menor disponibilidade de nutrientes para os cordeiros em crescimento que receberam a dieta com a proteína protegida do soja testada (Soy Pass II).
- c) Esta menor disponibilidade de nutrientes teve provavelmente duas origens, quais sejam: a) menor rendimento da fermentação ruminal; e b) baixo valor biológico complementar da proteína protegida do soja testada, em relação ao produto esperado.
- d) Maiores informações sobre a degradabilidade ruminal, a digestibilidade total e o valor biológico da fração não degradada no rúmen da fonte protéica testada são necessárias para a completa avaliação de sua viabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELGADIR, I. E. O; MORRILL, J. L; HIGGINS, J. J. Effect of roasted soybeans and corn on performance and ruminal and blood metabolites of dairy calves. Journal of Dairy Science, v.79, n.3, p.465-474, 1996.
- ADAM, A. I; HOGUE, D. E; MAGEE, B. H. Protein sources in diets of rapidly growing lambs. Journal of Animal Science, v.55, n.1, p.401-412, 1982.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. The nutrient requirements of ruminant livestock. London : 1984. 45p. Supplement 1
- ANDRIGUETTO, J. M; PERLY, L; MINARDI, I; GEMAEL, A; FLEMMING, J. S; SOUZA, G. A; BONA FILHO, A. Nutrição animal. As bases e os fundamentos da nutrição animal. 4.ed. São Paulo : Livraria Nobel S.A., 1990. 395p.
- A.O.A.C. Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analyses. 11.ed. Washington, 1970. 1015 p.
- ARAÚJO, G. G. L; SILVA, J. F. C; VALADARES FILHO, S. C; LEÃO, M. I; VALADARES, R. F. D; ALMEIDA, G. A. P. Efeito da degradabilidade da proteína sobre o consumo e digestão da proteína bruta e do extrato etéreo e balanço de nitrogênio de vacas lactantes. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.23, n.2, p.258-267, 1994.
- BEERMANN, D. H; HOGUE, D. E; FISHELL, V. K; DALRYMPLE, R. H; RICKS, C. A. Effects of cimaterol and fishmeal on performance, carcass characteristics and skeletal muscle growth in lambs. Journal of Animal Science, v.62, p.370-380, 1986.
- BIANCHINI, R. F. Liberção de amônia "in vitro" do farelo de soja tratado com açucares redutores e submetido a tratamento térmico. Porto Alegre, 1997. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- CAMPBELL, R. G. Nutritional constraints to lean tissue accretion in farm animals. Nutrition Research Reviews, v.1, p.233-253, 1988.
- CHALUPA, W. Rumen bypass protection of amino acids. Journal of Dairy Science, v.58, n.8, p.1198-1217, 1974.
- CHALUPA, W. Discussion of protein symposium. Journal of Dairy Science, v.67, n.5, p.1134-1146, 1984.

- CHALUPA, W; SNIFFEN, C. J. Protein and amino acid nutrition of lactating dairy cattle. Food Animal Practice, v.7, n.2, p.353-372, 1991.
- CHEN, X. B; ORSKOV, E. R. Amino acids in farm animal nutrition. Edinburgh : J. P. F. D'Mello, 1994.
- CHURCH, D. C. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. vol.1. Zaragoza : Acribia, 1974.
- CHURCH, D. C. Alimentos y alimentación del ganado. 1.ed. vol.2. Montevideo : Hemisferio Sur - S. R. L., 1984.
- CHURCH, D. C; POND, W. G. Basic animal nutrition and feeding. 3.ed. New York : John Wiley & Sons Inc., 1988.
- CLARK, J. H; DAVIS, C. L. Future improvement of milk production: potencial for nutritional improvement. Journal of Animal Science, v.57, n.3, p.750-764, 1983.
- CLARK, J. H; KLUSMEYER, T. H; CAMERON, M. R. Nitrogen metabolism and amino acid nutrition in dairy cattle-microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. Journal of Dairy Science, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.
- CUNNINGHAM, J. G. Tratado de fisiología veterinária. 1.ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan S. A., 1993. 454p.
- DEMJANEC, B; MERCHEN, N. R; CREMIN, J. D; ALDRICH, C. G; BERGER, L. L. Effect of roasting on site and extent of digestion of soybean meal by sheep: I. Digestion of nitrogen and amino acids. Journal of Animal Science, v.73, n.3, p.824-834, 1995.
- ECK, T. P; BARTLE, S. J; PRESTON, R. L; BRANDT JUNIOR, R. T; RICHARDSON, C. R. Protein source and level for incoming feedlot cattle. Journal of Animal Science, v.66, p.1871-1876, 1988.
- EGAN, A. R; KELLAWAY, R. C. Evaluation of nitrogen metabolites as indices of nitrogen utilization in sheep given frozen and dry mature herbage. British Journal of Nutrition, v.26, n.3, p.335-351, 1971.
- ENGLAND, P; GILL, M. The effect of fish meal and sucrose supplementation on the voluntary intake of grass silage and live-weight gain of young cattle. Animal Production, v.40, p.259-265, 1985.

- GIBB, M. J; BAKER, R. D. Performance of young steers offered silage or thermo-ammoniated hay with or without a fish meal supplement. Animal Production, v.45, p.371-381, 1987.
- GILL, M; ENGLAND, P. Effect of degradability of protein supplements on voluntary intake and nitrogen retention in young cattle fed grass silage. Animal Production, v.39, p.31-36, 1984.
- GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 13.ed. Piracicaba : Livraria Nobel S.A., 1990. 468p.
- GUSTAFSSON, A. H; PALMQUIST, D. L. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea and milk urea in dairy cows at high and low yields. Journal of Dairy Science, v.76, n.2, p.475-484, 1993.
- HUSSEIN, H. S; JORDAN, R. M. Fish meal as a protein supplement in ruminant diets: a review. Journal of Animal Science, v.69, p.2147-2156, 1991a.
- HUSSEIN, H. S; JORDAN, R. M. Fish meal as a protein supplement in finishing lamb diets. Journal of Animal Science, v.69, p.2115-2122, 1991b.
- KEERY, C. M; AMOS, H. E; FROETSCHER, M. A. Effects of supplemental protein source on intraruminal fermentation, protein degradation, and amino acids absorption. Journal of Dairy Science, v.76, n.2, p.514-524, 1993.
- KLOPFENSTEIN, T. Animal protein products fed bypass protein for ruminants. Feedstuffs. July 20, 1985.
- LENG, R. A; NOLAN, J.V. Symposium: Protein of the lactating dairy cow. Journal of Dairy Science, v.67, p.1072-1089, 1984.
- LOERCH, S. C; BERGER, L. L; GIANOLA, D; FAHEY Jr, G. C. Effects of dietary protein source and energy level on in situ nitrogen disappearance of various protein sources. Journal of Animal Science, v.56, p.206-217, 1983.
- MAIGA, H. A; SCHINGOETHE, D. J; HENSON, J. E. Ruminal degradation, amino acid composition and intestinal digestibility of the residual components of five protein supplements. Journal of Dairy Science, v.79, n.9, p.1647-1653, 1996.
- MANTYSAARI, P. E; SNIFFEN, C. J; O'CONNOR, J. Application model provides means to balance amino acids for dairy cattle. Feedstuffs. May 14-15, 1989.
- MATRAS, J; BARTLE, S. J; PRESTON, R. L. Effects of ruminal escape proteins and canola meal on nitrogen utilization by growing lambs. Journal of Animal Science, v.68, p.2549-2554, 1990.

- NRC. National research Council. Nutrient requirements of sheep. Washington : National Academy Press, 1985a.
- NRC. National research Council. Ruminant nitrogen usage. Washington : National Academy Press, 1985b.
- NRC. National research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. 6.ed. Washington : National Academy Press, 1988.
- ORSKOV, E. R. Protein nutrition in ruminants. 1.ed. London : Academic Press Inc., 1982.
- ORTIGUES, I; SMITH, T; GILL, M; CAMEL, S. B; YARROW, N. W. The effect of fish meal supplementation of a straw based diet on growth and calorimetric efficiency of growth in heifers. British Journal of Nutrition, v.64, p.639-651, 1990.
- ROGERS, J. A; SANDNER, S. B. P; PAPAS, A. M; POLAN, C. E; SNIFFEN, C. J; MUSCATO, T. V; STAPLES, C. J; CLARK, J. H. Production responses of dairy cows fed various amounts of rumen protected methionine and lysine. Journal of Dairy Science, v.72, p.1800-1817, 1989.
- 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, n.2, p.525-534, 1993.
- ROSSI JUNIOR, P. Absorção de aminoácidos e síntese microbiana em bovinos alimentados com rações contendo diferentes fontes protéicas. Jaboticabal, 1998. Tese (Doutor) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- ROWE, J. B; DAVIES, A; BROOME, A. W. J. Quantitative effects of defaunation on rumen fermentation and digestion in sheep. British Journal of Nutrition, v.54, p.105-119, 1985.
- RUIZ, A; MOWAT, D. N; GROVUM, W. L. Effects of feeding frequency and soybean meal supplementation of alfalfa silage on duodenal nitrogen supply to sheep. Canadian Journal Animal Science, v.69, p.1021-1031, 1989.
- SIDDONS, R. C; NOLAN, J. V; BEEVER, D. E. et al.. Nitrogen digestion and metabolism in sheep consuming diets containing contrasting forms and levels of nitrogen. British Journal of Nutrition, v.54, n.1, p.175-187, 1985.
- STEEN, R. W. J. The effect of supplementing silage-based diets with soya bean and fish meals for finishing beef cattle. Animal Production, v.46, p.43-51, 1988.

- STEEN, R. W. J. A comparison of soya-bean, sunflower and fish meals as protein supplements for yearling cattle offered grass silage based diets. Animal Production, v.48, p.81-89, 1989.
- STERN, M. D; SANTOS, K. A; SATTER, L. D. Protein degradation in rumen and amino acid absorption in small intestine of lactating dairy cattle fed heat-treated whole soybeans. Journal of Dairy Science, v.68, n.1, p.45-56, 1985.
- STORM, E; ORSKOV, E. R. The nutritive value of rumen micro-organisms in ruminants. British Journal of Nutrition, v.52, p.613-620, 1984.
- STRAALEN, W. M. V; TAMMINGA, S. Protein degradation of ruminant diets. In: _____ Feedstuff evaluation. Wageningen : Wiseman, p.55-72, 1990.
- TAMMINGA, S. Protein degradation in the forestomachs of ruminants. Journal of Animal Science, v.49, n.6, p.1615-1632, 1979.
- TAN, P. V; BRYANT, M. J. The effects of dietary supplements of fish meal on the voluntary food intake of store lambs. Animal Production, v.52, p.271-278, 1991.
- TAYER, S. R; BRYANT, M. J. The response of store lambs to dietary supplements of fish meal. Animal Production, v.47, p.393-399, 1988.
- TITGEMEYER, E. C; MERCHEN, N. R; BERGER, L. L. Evaluation of soybean meal, corn gluten meal, blood meal and fish meal as sources of nitrogen and amino acids disappearing from the small intestine of steers. Journal of Animal Science, v.67, p.262-275, 1989.
- VALADARES, R. F. D; GONÇALVES, L. C; RODRIGUEZ, N. M; VALADARES FILHO, S. C; SAMPAIO, I. B. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.
- VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. New York : Cornell University Press, 1994. 476p.
- VEIRA, D. M; BUTLER, G; IVAN, M; PROULX, J. G. Utilization of grass silage by cattle: effect of barley and fishmeal supplements. Canadian Journal Animal Science, v.65, p.897-901, 1985.
- VEIRA, D. M; PROULX, J. G; BUTLER, G; FORTIN, A. Utilization of grass silage by cattle: further observations on the effect of fishmeal. Canadian Journal Animal Science, v.68, p.1225-1235, 1988.

VEIRA, D. M; PROULX, J. G; SEOANE, J. R. Performance of steers fed grass silage with or without supplements of soybean meal, fish meal and barley. Canadian Journal Animal Science, v.70, p.313-317, 1990.

VIPOND, J. E; KING, M. E; ORSKOV, E. R; WETHERILL, G. Z. Effects of fish meal supplementation on performance of overfat lambs fed on barley straw to reduce carcass fatness. Animal Production, v.48, p.131-138, 1989.