

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**METIONINA PROTEGIDA, LISINA PROTEGIDA, ENZIMA  
AMILOLÍTICA E LISOFOSFOLÍDEOS EM DIETA DE ALTO  
CONCENTRADO PARA CORDEIROS CONFINADOS**

Tayrone Freitas Prado  
Orientador: Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França

GOIÂNIA  
2013

TAYRONE FREITAS PRADO

**METIONINA PROTEGIDA, LISINA PROTEGIDA, ENZIMA  
AMIOLÍTICA OU LISOFOSFOLÍDEOS EM DIETA DE ALTO  
CONCENTRADO PARA CORDEIROS CONFINADOS**

Dissertação apresentada para obtenção  
do grau de Mestre em Ciência Animal  
junto à Escola de Veterinária e Zootecnia  
da Universidade Federal de Goiás

**Área de Concentração:**  
Produção Animal

**Linha de pesquisa:**  
Metabolismo animal, alimentação e forragicultura na produção animal

**Orientador:**

Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Benedito Dias de Oliveira Filho – UFG

Prof. Dr. Reginaldo Nassar Ferreira – ICB – UFG

GOIÂNIA  
2013

Dedico...

Á Deus, pela vida, guia e proteção!  
Aos meus pais, Everson e Cléia, pelo exemplo a ser seguido. Ao meu irmão e minha cunhada, Thiago e Aline, pela união. A minha namorada, Mariana, pelo companheirismo e amor em cada momento.

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe Cléia Maria Silva de Freitas Prado e meu pai Everson Nogueira do Prado pelo amor incondicional e pelos conselhos de cada dia.

Ao meu irmão Thiago Freitas Prado Vilela e minha cunhada Aline Vilela Matos Freitas pelo amor fraterno e união.

À minha namorada Mariana Brandão Matos que tem estado ao meu lado desde a preparação para o vestibular e não tem me deixado faltar amor e companheirismo em todos estes anos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França pelos sábios ensinamentos e longas conversas sempre que precisei.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Reginaldo Nassar Ferreira pelo apoio e amizade, não medindo esforços para que tudo desse certo, mesmo quando parecia não ter solução.

À cara Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Lúcia Gambarini Meirinhos por estar sempre disposta a colaborar no meu crescimento.

Ao Prof. Dr. Benedito Dias de Oliveira Filho pelas conversas e orientações, desde a graduação.

Aos meus colegas de pós-graduação Hugo Jayme, Leonardo Oliveira, Thiago Vilar e Eduardo Mazon pela ajuda e coleguismo diário.

Ao Prof. Dr. Cirano José Ulhôa pelo auxílio no desenvolver da pesquisa.

À Dr<sup>a</sup>. Cristine dos Santos Settimi Cysneiros por toda ajuda no decorrer deste trabalho nos laboratórios de Enzimologia e de Fisiologia da Digestão do Instituto de Ciências Biológicas II, da Universidade Federal de Goiás.

Aos alunos de graduação Ludmilla Brunet, Marcus Vinícius Carvalho, Jennyfer Martins, Lídia Lorena, Gabriel Bombardelli, Pedro Henrique Pereira, Marcus Vinícius Assunção, Camila Costa, Francine Costa, Camilla Fonseca e Sérgio Guimarães pelo auxílio em todas as etapas do experimento, acordando cedo e sem preguiça para ajudar e aprender.

A empresa Kemin do Brasil Ltda pelo apoio financeiro e crédito ao nosso grupo de pesquisa.

A todos os que diretamente ou indiretamente colaboraram para este trabalho.

Muito obrigado!

"Lutem e lutem novamente até  
cordeiros tornarem-se leões"

(Anônimo)

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....   | 1  |
| 1 INTRODUÇÃO .....   | 1  |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA .....  | 5  |
| 2.1 Confinamento e produção de ovinos.....   | 5  |
| 2.2 Enzima amilolítica .....   | 7  |
| 2.4 Lisofosfolipídeos .....  | 9  |
| 2.3 Lisina.....  | 13 |
| 2.5 Metionina.....   | 15 |
| 3 OBJETIVOS .....  | 18 |
| 3.1 Objetivo geral.....  | 18 |
| 3.2 Objetivos específicos .....  | 18 |
| REFERÊNCIAS.....   | 19 |
| 1 INTRODUÇÃO .....   | 29 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS.....  | 31 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 34 |
| 4 CONCLUSÃO.....   | 41 |
| REFERÊNCIAS.....   | 42 |
| CAPÍTULO III – DEGRADABILIDADE <i>IN VITRO</i> E PRODUÇÃO DE GASES <i>IN VITRO</i> DE DIETA TOTAL COM INCLUSÃO DE DIFERENTES ADITIVOS EM INÓCULO BOVINO OU OVINO ..... | 46 |
| 1 INTRODUÇÃO .....   | 48 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS.....  | 50 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 55 |
| 4 CONCLUSÃO.....   | 61 |
| REFERÊNCIAS.....   | 62 |

**LISTA DE FIGURAS**

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1 – Evolução do rebanho brasileiro de ovinos .....  | 5  |
| FIGURA 2 – Evolução da importação de carne ovina pelo Brasil .....   | 6  |
| FIGURA 3 - Classificação das enzimas amilolíticas .....  | 8  |
| FIGURA 4 – Distribuição dos tratamentos nas baias .....  | 31 |
| FIGURA 5 - Curva de degradação da MS das dietas experimentais pelos parâmetros ajustados de ORSKOV & MCDONALD (1979) .....                                   | 57 |
| FIGURA 6 - Produção cumulativa de gases durante 96 horas de processo fermentativo em inóculo bovino ou ovino ajustada ao modelo de FRANCE et al. (1993)..... | 60 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| TABELA 1 – Composição percentual dos ingredientes na matéria natural e composição química da matéria seca das dietas .....   | 32 |
| TABELA 2 – Peso vivo (PV), ganho de peso médio diário (GPD), consumo médio diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA) de cordeiros Dorper x Santa Inês confinados.....   | 35 |
| TABELA 3 – Características quantitativas das carcaças de cordeiros Dorper x Santa Inês confinados recebendo dieta total controle (CON) ou aditivada com enzima amilolítica (ENZ), lisina protegida (LIS), lisofosfolípideo (LYP) ou metionina protegida (MET)..... | 38 |
| TABELA 4 – Correlações (acima da diagonal) e valores de probabilidade (abaixo da diagonal) pelo teste t, para as características de carcaça de cordeiros Dorper x Santa Inês.....  | 39 |
| TABELA 5 – Composição percentual dos ingredientes na matéria natural e composição química das dietas com base na matéria seca .....  | 50 |
| TABELA 6 – Degradabilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) das dietas experimentais.....   | 55 |
| TABELA 7 – Teste de identidade de modelos comparando aos pares as frações e as curvas de degradabilidade <i>in vitro</i> , com seus respectivos valores de probabilidade.....  | 56 |
| TABELA 8 - Potencial máximo de produção de gases (A), tempo de colonização ou <i>lag time</i> (L) e taxas fracionais constantes (b e c) calculados para diferentes substratos em líquido ruminal bovino e ovino.....   | 58 |
| TABELA 9 - Médias da Produção Cumulativa de Gases (mL/gMS) com 24, 48 e 72 horas de fermentação em filtrado ruminal bovino e ovino .....   | 59 |

## **METIONINA PROTEGIDA, LISINA PROTEGIDA, ENZIMA AMILOLÍTICA OU LISOFOSFOLIPÍDEOS EM DIETA DE ALTO CONCENTRADO PARA CORDEIROS CONFINADOS**

### **RESUMO**

A produção de ovinos no Brasil foi sempre marginal a produção de bovinos, sendo herança da nossa colonização. No entanto nos últimos anos a criação de ovinos tem sido alavancada pela demanda de carne de cordeiro. Assim se tem buscado a produção de carne de qualidade, proveniente de animais jovens. Para se alcançar este patamar de qualidade a intensificação dos sistemas de criação com a terminação em confinamento se faz necessária. Contudo a terminação em confinamento é mais onerosa do que a terminação em sistemas convencionais, sendo necessário que se busque alimentos e aditivos alimentares que tragam maior eficiência alimentar ao sistema. Objetivou-se neste trabalho avaliar a inclusão de enzima amilolítica (ENZ), lisina protegida (LIS), lisofosfolípídeo (LYP) e metionina protegida (MET) em uma dieta de alto concentrado (CON) com milho grão moído e torta de algodão para cordeiros. Buscou-se avaliar o desempenho ponderal no confinamento, características quantitativas da carcaça no abate, degradabilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das dietas e produção cumulativa de gases *in vitro*. Foram utilizados 80 cordeiros machos, não castrados, com  $20,57 \pm 4,33$  kg de peso vivo (PV) mestiços Dorper x Santa Inês, sendo que 60 foram abatidos ao final do experimento para se avaliar as características quantitativas da carcaça. Os animais foram confinados em 20 baias coletivas com quatro cordeiros cada, por um período de 64 dias, sendo tratados duas vezes ao dia as 7 h e 17 h. Na DIVMS as amostras foram incubadas por 0, 3, 6, 12, 24 e 48 horas a 39°C, em meio anaeróbio. Foi efetuado o cálculo da degradabilidade da matéria seca (MS), estimando os parâmetros para a construção das curvas de degradabilidade. A produção de gases *in vitro* foi determinada nos tempos de incubação de 3, 6, 9, 12, 16, 24, 32, 48 e 72 horas, sendo comparado o uso de líquido ruminal bovino e ovino. Não foi observada nenhuma alteração nas características quantitativas da carcaça tais como peso de abate (PA), peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF) e perda pelo resfriamento (PPR) em consequência do uso dos aditivos. Observou-se alta correlação do PA com PCQ e PCF. No entanto correlações negativas foram observadas do PA com RCQ, RCF e PPR, com menores coeficientes de correlação. Melhores desempenhos ponderais podem ser alcançados com cordeiros confinados recebendo dietas com a adição de ENZ e LYP, na fase de terminação. A inclusão de LYP aumentou a DIVMS da dieta, sendo que MET diminui esta variável. A produção de gases foi maior em inóculo ovino até 48 horas de fermentação, não havendo diferença no tempo de 72 horas. A adição de ENZ incrementou a produção de gases somente até 24 horas de fermentação, mas após este período nenhum dos aditivos testados aumentou a produção de gases.

Palavras-chave: aditivos, aminoácidos, gases, nutrição, ovinos, ruminantes

## **PROTECTED METHIONINE, PROTECTED LYSINE, AMYLOLYTIC ENZYME OR LYSOPHOSPHOLIPIDS IN HIGH CONCENTRATE DIET FOR FEEDLOT LAMBS**

### **ABSTRACT**

The sheep production in Brazil was always marginal to production of cattle, being the heritage of our colonization. However in recent years the rearing of sheep have been leveraged by demand for lamb meat. So has fetched the production of quality meat, from young animals. To achieve this quality level the intensification of rearing systems with the feedlot finishing is required. However the feedlot finishing is more costly than conventional finishing systems, being necessary to seek food and food additives that bring greater feed efficiency in the system. The purpose of this study was to evaluate the inclusion of amylolytic enzyme (ENZ), protected lysine (LIS), lysophospholipid (LYP) and protected methionine (MET) in a high concentrate diet control (CON) with ground corn meal and cottonseed meal to lambs. We sought to evaluate the ponderal performance at feedlot, quantitative characteristics of the carcass at slaughter, *in vitro* degradability of dry matter (DIVMS) of the diets and cumulative gas production *in vitro*. Were used 80 male lambs, not castrated with  $20,57 \pm 4,33$  kg live weight (PV), crossbred Dorper x Santa Ines, being 60 slaughtered at the end of the experiment to evaluate the quantitative characteristics of the carcass. The animals were confined in 20 pens with four lambs each for a period of 64 days and treated twice daily at 7 a.m. and at 5 p.m. In the DIVMS the samples were incubated for 0, 3, 6, 12, 24 and 48 hours at 39°C under anaerobic conditions. Was calculated the degradability of dry matter (MS), estimating the parameters for the construction of degradability curves. The *in vitro* gas production was determined in the incubation times of 3, 6, 9, 12, 16, 24, 32, 48 and 72 hours, and compared the use of bovine and ovine ruminal fluid. There was no change in the quantitative characteristics of carcass how weight at slaughter (PA), hot carcass weight (PCQ), cold carcass weight (PCF), hot carcass yield (RCQ), cold carcass yield (RCF) and chilling loss (PPR) as result of the use of additives. There was a high correlation of PA with PCQ and PCF. However negative correlations were observed of the PA with RCQ, RCF and PPR, with lower correlation coefficients. Better performances were achieved with feedlot lambs feeding diets with the addition of ENZ and LYP, in the finishing phase. The inclusion of LYP increased DIVMS of diet, and MET decreases this variable. The gas production was greater in sheep inoculum until 48 hours of fermentation, there was no difference in time of 72 hours. The addition of ENZ increased the gases production only until 24 hours of fermentation, but after this period none of the additives tested increased the gases production.

**Keywords:** additives, amino acids, gases, nutrition, ruminants, sheep

## **CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1 INTRODUÇÃO**

A produção de ovinos no Brasil foi sempre marginal a produção de bovinos, na maioria das regiões do país. Esta é uma herança da colonização portuguesa, que nos tornou uma colônia de exploração em vez de uma colônia de povoamento. Nos países onde a intenção foi povoar o novo território a introdução de ovinos foi primordial para que se produzissem vestimentas para os novos colonos. Assim era possível vestir desde escravos até a alta sociedade, sem depender de importações. Consequentemente os animais também eram fonte de alimentação. Entretanto, no Brasil, a produção de tecidos através da lã e até mesmo do algodão foi abolida por acordos visando o privilégio da indústria da Inglaterra. Esta dominou a produção de tecidos por séculos, exportando para todo o mundo (SANTOS, 2007).

Os países que hoje se destacam pela produção de ovinos, notadamente Austrália e Nova Zelândia, foram colônias inglesas. A intenção nestes casos foi povoar o novo território e a produção de ovinos chegou junto aos primeiros colonos. Desde então nunca a população de ovinos foi inferior a de bovinos nestes países. O Uruguai também se destaca na produção de ovinos, fruto da herança espanhola e a política de incentivo visando à exportação de lã e carne adotada há muitas décadas pelo governo.

No Brasil os ovinos não foram sequer documentados nos primeiros séculos da colonização e até hoje os números oficiais não são confiáveis quanto ao efetivo de animais presentes no país. No entanto, os olhos estão se voltando para a produção de ovinos, visto que os preços da carne de cordeiro estão em alta e a lã está voltando a apresentar preços atrativos.

Os sistemas de produção de cordeiros são muito flexíveis, indo de pequenas a grandes explorações em modelos intensivos ou extensivos. Atualmente tem se focado na produção de cordeiros inteiramente confinados, visando produzir carcaças de animais com idade inferior aos seis meses, com peso entre doze e vinte quilos e boa cobertura de gordura.

Cordeiros jovens apresentam uma elevada eficiência alimentar, convertendo bem a dieta em carne de alta qualidade e os machos não necessitam de serem castrados. Outra vantagem dos sistemas inteiramente confinados é o controle da verminose, pois se sabe que esta seja talvez o grande entrave da produção de cordeiros a pasto e a grande vilã na sanidade de ovinos. Sem ter contato com os vermes os cordeiros apresentam melhores índices zootécnicos e a mortalidade do rebanho é reduzida.

O rebanho de ovinos em todo o país tem crescido nos últimos anos a taxas superiores aos bovinos, indicando realmente expansão do mercado de cordeiros. Segundo o IBGE (2010), o rebanho ovino era de 16,6; 16,8 e 17,4 milhões de cabeças respectivamente para os anos de 2008, 2009 e 2010. Entre 2009 e 2010 o crescimento foi de 3,4% enquanto que o efetivo bovino cresceu apenas 2,1%.

Apesar deste crescimento o Brasil ainda importa a maior parte dos cordeiros que consome, principalmente do Uruguai, Nova Zelândia e Austrália. Para atender a demanda atual estima-se que o rebanho deveria ser próximo de 50 milhões de cabeças. Acompanhando o crescimento do rebanho e a intensificação de sua criação surge a necessidade de se estudar aditivos alimentares e componentes das dietas que permitam altos desempenhos zootécnicos.

O milho é o principal componente concentrado energético das dietas de ruminantes no Brasil. Sua produção se distribui por todo o país e sua oferta no estado de Goiás é grande, devido ser um grande produtor de grãos. O milho se destaca pelo seu alto teor de energia, apresentando NDT próximo a 85% e PB de 9% (VALADARES FILHO et al., 2013). Em ovinos é recomendado seu uso na forma moída, pois são animais muito seletivos, podendo segregar a dieta e desbalancear a quantidade de nutrientes ingeridos em relação ao fornecido.

O farelo de soja é o componente concentrado protéico mais difundido em dietas de ruminantes e monogástricos. Isto é devido ao seu alto teor de proteína e a composição de aminoácidos de sua proteína. Apesar da alta oferta no mercado brasileiro a soja é exportada em larga escala, e sendo uma *commodity* tem seu preço regulado pelo mercado mundial. Desta forma, na atual conjuntura econômica seu uso está restringido pelo alto preço. Em 2012 o farelo de soja bateu recordes de preço e inviabilizou seu uso. Assim outras

fontes protéicas devem ser estudadas, visto que nem sempre é viável se trabalhar com esta.

A torta de algodão é um subproduto da indústria algodoeira e se caracteriza por ser um concentrado protéico, com teor elevado de fibra. A torta de algodão possui 29 % de PB, 52% de FDN, 90% de MS e em torno de 78% de NDT (VALADARES FILHO et al., 2013). Tem sido empregada em substituição ao farelo de soja e dependendo da quantidade incluída pode até atender o teor mínimo de FDN da dieta e dispensar o uso de outra fonte de fibra, ou seja, alimentos volumosos.

As pesquisas avançam constantemente em relação à composição dos alimentos e as exigências nutricionais dos animais. Assim surgem novas demandas de produtos que permitam atender minuciosamente as exigências de cada nutriente da dieta, visando incrementar a produção animal ou modificar a qualidade do produto final. Seguindo o que já é utilizado em monogástricos, os aminoácidos têm sido estudados na alimentação de ruminantes. No entanto, devem ser protegidos da fermentação ruminal, para que não sejam metabolizados pelos micro-organismos e transformados em outros compostos nitrogenados ou diferentes aminoácidos.

A metionina e a lisina são aminoácidos essenciais para os ruminantes (NRC, 2001), conseqüentemente só são supridos através da absorção intestinal. Sua suplementação tem sido bastante estudada em bovinos leiteiros e sua utilização tem se estendido também à cadeia de produção de carne. Conhecer os efeitos de sua utilização permite dispor desta ferramenta para o aprimoramento do balanceamento de rações.

Outras moléculas também vêm sendo estudadas almejando-se maximizar a utilização dos nutrientes já presentes na dieta. Entre elas estão os lisofosfolípídeos e as enzimas amilolíticas.

As enzimas amilolíticas auxiliam na degradação do amido, assim impedem que este seja eliminado nas fezes e junto a este perdida parte da energia nele contida. Desta forma pode-se incrementar a energia de um alimento que seja rico em amido apenas aumentando a disponibilidade da energia para absorção. Com a intensificação da produção via terminação em confinamento, o teor de amido das dietas tem aumentado e as enzimas endógenas podem não ser suficientes para digerir todo o amido ingerido. Nos

ruminantes as bactérias ruminais produzem proteases, que podem quebrar estas enzimas e diminuir o tempo de ação destas sobre o amido.

Os lisofosfolípídeos são moléculas com função biossurfactante, atuando na absorção de lipídeos ao permitir a dissolução destas em água, que é o principal meio de transporte de substâncias nos organismos vivos. Ao aumentar a dissolução de lipídeos aumenta-se também a absorção destes, assim pode ser uma ferramenta importante na fase final de terminação onde se deseja incrementar a cobertura de gordura das carcaças. No entanto sua utilização foi mais estudada em monogástricos, havendo quase que nenhum dado a seu respeito para ruminantes.

Observando o que foi exposto objetivou-se neste estudo avaliar a inclusão de lisina protegida, metionina protegida, lisofosfolípídeos e enzimas amilolíticas em uma dieta a base de milho e torta de algodão para a terminação de cordeiros em confinamento.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Confinamento e produção de ovinos

O estado de Goiás apresentava um rebanho ovino de 201.173 animais em 2010, o que representava 16,1% do rebanho da região Centro-oeste e somente 1,2% do rebanho brasileiro (IBGE, 2010). O histórico do efetivo ovino no Brasil está ilustrado na Figura 1. Nitidamente se percebe uma diminuição da população nos anos 90, o que coincide com a crise da produção lanífera na região Sul do Brasil. No entanto, a partir de 2003 a ovinocultura vem retomando seu crescimento baseada principalmente na produção de carne.

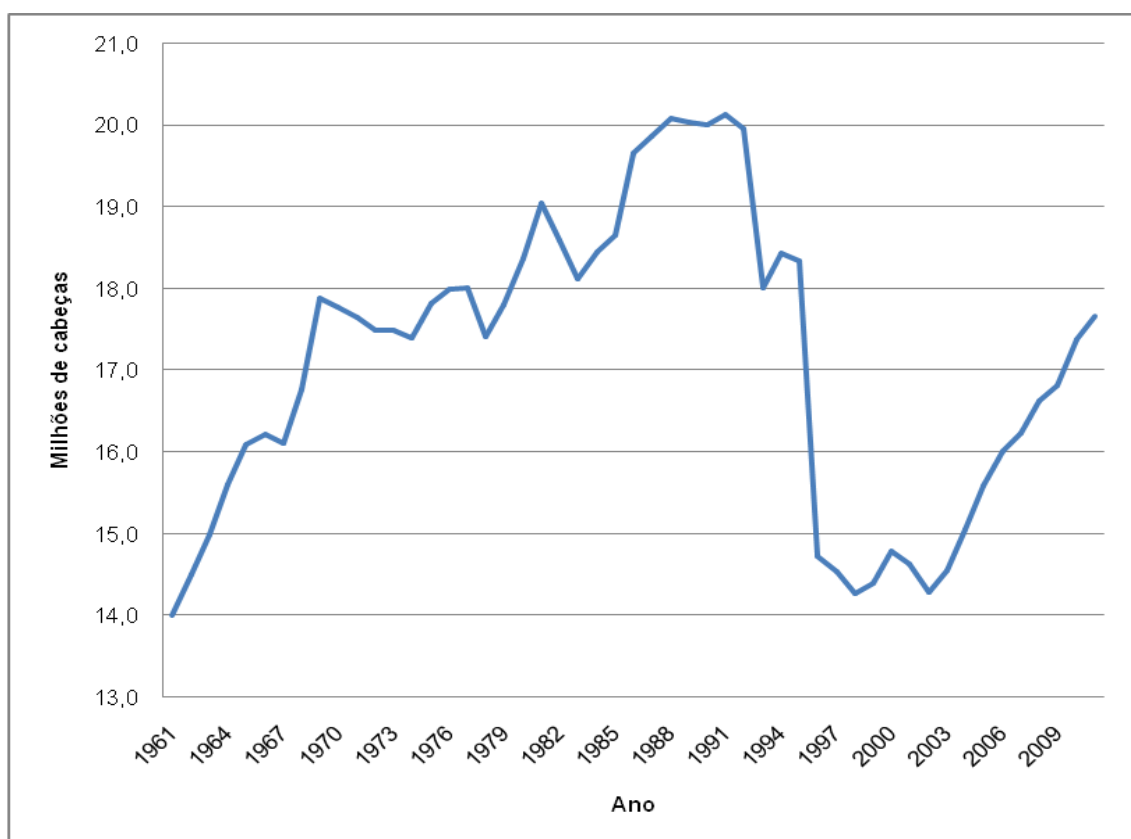


FIGURA 1 – Evolução do rebanho brasileiro de ovinos

Fonte: FAO, FAOSTAT (2013).

O consumo de carne ovina no Brasil ainda é pequeno, da ordem de 0,7 kg/habitante/ano (FAO, 2013). Mesmo assim precisamos importar grande parte

do que consumimos principalmente do Uruguai, Austrália e Nova Zelândia. Na Figura 2 se demonstra a evolução das importações de carne ovina nas últimas décadas. Em 2012 o Brasil importou somente do Uruguai 5,8 mil toneladas de carne ovina *in natura* (MAPA, 2013).

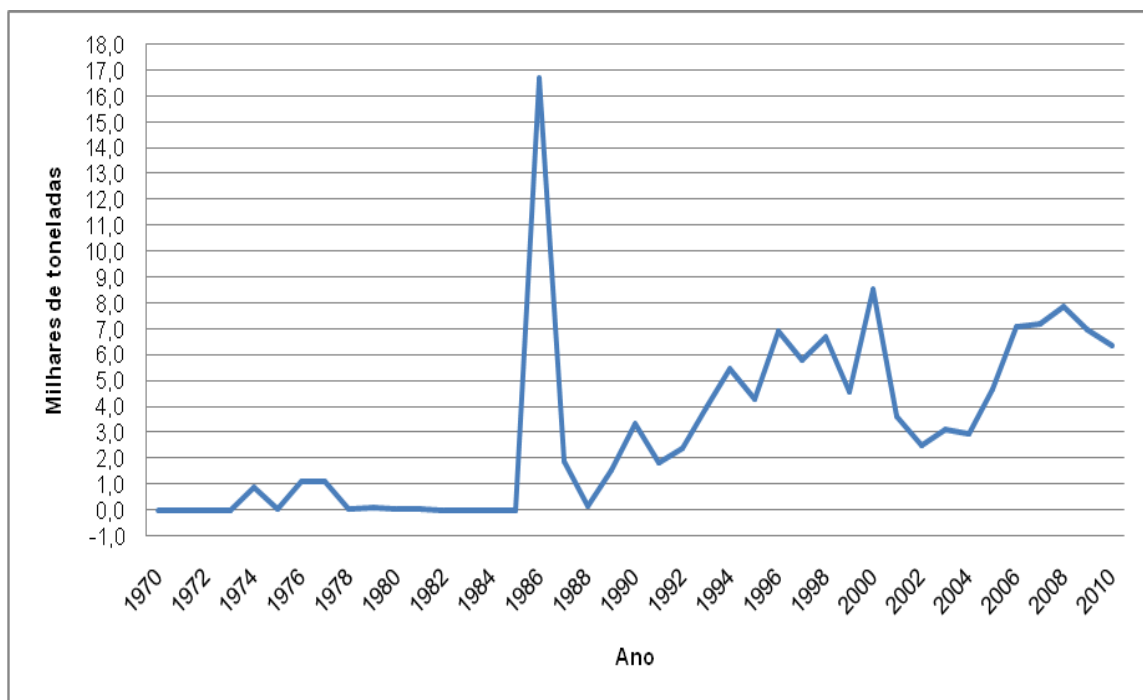


FIGURA 2 – Evolução da importação de carne ovina pelo Brasil

Fonte: FAO, FAOSTAT (2013).

A ovinocultura de corte no Brasil sempre se caracterizou por um sistema extensivo de criação, imitando o que acontece com a bovinocultura de corte. Entretanto para se estabelecer como atividade rentável deve seguir a tendência de intensificação da produção. O confinamento de cordeiros se torna uma estratégia de manejo que viabiliza a produção de carne de qualidade durante todo o ano, reduzindo a pressão de pastejo nos períodos secos do ano e aumentando a rentabilidade e a taxa de desfrute no sistema de produção (BARROS et al., 1997).

Cordeiros para confinamento devem apresentar altos ganhos de peso, boa conversão alimentar e adequada deposição de gordura (SIQUEIRA, 2000). Para alcançar este desempenho as principais raças indicadas no Brasil para produção de carne são a Ile de France, Texel, Hampshire Down, Suffolk (SIQUEIRA, 1990) e modernamente a raça Dorper. A raça deslanada Santa

Inês é usada principalmente como raça materna, mas apresenta baixo potencial de produção de carne em comparação a estas raças. No entanto está amplamente distribuída no território nacional e não apresenta estacionalidade reprodutiva.

Muitos mitos sobre o sabor da carne ovina vêm sendo desfeitos, visto que muitos consumiram carne de animais velhos achando que se tratava de carne de cordeiro. Animais velhos ou machos púberes possuem sabor acentuado da carne, o que é evitado ao se confinar os cordeiros e abatê-los precocemente (SUSIN & MENDES, 2007).

A demanda atual de carne ovina requer qualidade, o que torna a terminação em confinamento indispensável aos modernos produtores. A oferta de grãos e subprodutos no Estado de Goiás possibilita a implantação deste modelo de produção.

## **2.2 Enzima amilolítica**

As enzimas são moléculas protéicas complexas que aceleram a velocidade das reações químicas ao diminuir a energia de ativação, atuando como catalisadores. Apresenta maior eficiência de atuação em uma faixa ideal de temperatura, sendo desnaturadas em altas temperaturas (HARGER, 1982).

A classificação das enzimas ocorre de acordo ao substrato correspondente, assim sendo, as amilases recebem este nome pela sua ação sobre o amido. No entanto podem hidrolisar as ligações glicosídicas do amido, glicogênio e outros polissacarídeos (HARGER, 1982).

As amilases são também divididas de acordo o tipo de ligação que hidrolisam, sendo que as  $\alpha$ -amilases atuam no interior do substrato, as  $\beta$ -amilases atuam nas extremidades não redutoras do substrato e as glucoamilases liberam unidades de glicose do terminal não-redutor das moléculas do substrato (MORAES, 2004). Um esquema simplificado da classificação das amilases pode ser observado na Figura 3.

A maioria dos processos metabólicos é regida por enzimas, sendo que estas podem atuar tanto dentro das células quanto exteriormente. Nos fungos

as  $\alpha$ -amilases pesam de 41 a 69 KDa e atuam exteriormente, sendo que o mesmo também ocorre no caso de algumas bactérias (PANDEY et al., 2005).

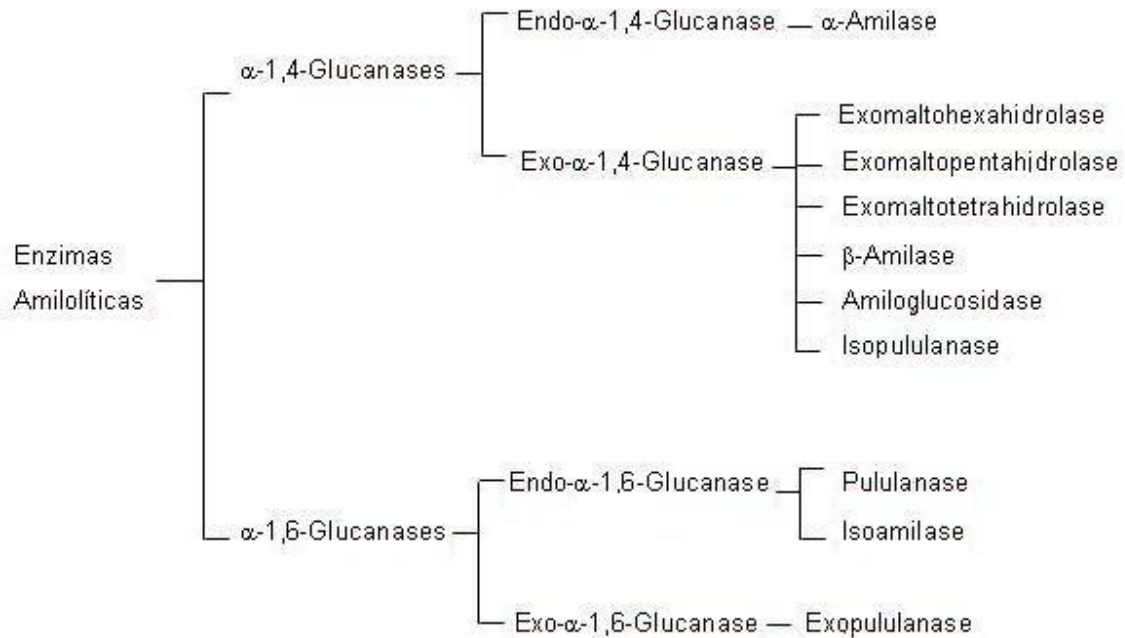


FIGURA 3 - Classificação das enzimas amilolíticas

Fonte: COSTA (1996).

O amido é constituído de amilose e amilopectina, e estas geram diferentes produtos ao serem hidrolisadas pela  $\alpha$ -amilase (1,4- $\alpha$ -glucano-4-glucanohidrolase, EC 3.2.1.1). A amilose gera oligossacarídeos e ocasionalmente maltotriose e maltose. Já a amilopectina origina dextrina, glicose e maltose. Quando o amido é atacado por amilases do tipo exo- $\alpha$ -1,4-glucanases, como a  $\beta$ -amilase (EC 3.2.1.2) e a amiloglucosidase (EC 3.2.1.3) os produtos são a glicose, maltose e dextrinas (MORAES, 2004).

Na produção de ovinos o uso de enzimas ainda é pouco difundido (ROJO RUBIO et al. 2007), apesar de pesquisas com amilases datarem a década 60. O principal intuito da inclusão de amilases é maximizar a utilização do amido (TRICARICO, 2008) aumentando a conversão da dieta em produtos animais, com melhor retorno econômico (BEAUCHEMIN et al., 2003). Este aumento na disponibilidade de carboidratos fermentescíveis acelera o crescimento e a multiplicação dos microrganismos ruminais (COLOMBATTO et al., 2003), o que

possibilita uma maior degradação da dieta (LEWIS et al., 1996; BEAUCHEMIN et al., 2000).

A enzima age se houver contato com o substrato, formando um complexo estável. Esta ligação pode impossibilitar que a enzima seja destruída pelas proteases microbianas (MORGAVI et al., 2000) ou solubilizadas no rúmen e rapidamente fluírem para o intestino (BEAUCHEMIN et al., 2003). O amido é perdido através das fezes, quando a quantidade de enzimas endógenas ou o tempo de permanência do alimento no trato digestivo não são suficientes para sua completa digestão. Este fato é observado principalmente em dietas com alto teor de amido.

Alguns estudos verificaram sinergismo entre as amilases microbianas e as endógenas, pelo aumento da concentração destas no líquido ruminal (McALLISTER et al., 2001; MORGAVI et al., 2000) ou auxiliando a digestão pós-ruminal, quando estas são estáveis no abomaso ou intestino (HRISTOV et al., 1998).

A adição de amilases incrementou o consumo de matéria seca, o ganho de peso e as características de carcaça em bovinos de corte confinados, mas este efeito não foi observado ao se restringir o consumo da dieta (TRICARICO et al., 2007). Este fato pode sugerir que ao aumentar a quantidade de substrato a ser digerida a enzima foi eficiente em auxiliar o organismo na digestão da dieta. Aumento no ganho de peso diário de 13,9% também foi relatado em ovinos confinados com dieta contendo 70% de grãos de sorgo (ROJO RUBIO et al., 2005).

### **2.3 Lisofosfolípeos**

As gorduras e óleos dos alimentos enfrentam um desafio biofísico severo, um paradoxo químico da digestão. Apesar de serem compostos lipossolúveis, devem ser digeridos e/ou transportados em um meio aquoso, o que favorece a dissolução e transporte no organismo. Em uma simplificação extrema, podemos dizer que o sistema digestório deve ser capaz de misturar água e óleo.

Na digestão, a emulsificação das gorduras permite a atuação das lipases e a posterior formação de micelas com os ácidos graxos, sendo fundamental para o processo de absorção dos nutrientes lipossolúveis. A bile secretada pelo fígado é responsável pela emulsificação e apoio biofísico para absorção de compostos lipossolúveis, como gorduras e ácidos graxos. Todos estes nutrientes são fundamentais para uma boa nutrição (SILVA JÚNIOR, 2009).

A lisolecitina é um lisofosfolípideo, atuando como um biossurfactante natural. Resulta do enriquecimento enzimático da lecitina, principalmente por lisofosfatidilcolina (LPC) no intestino delgado. A LPC pode ser produzida industrialmente a partir da lecitina de soja, que é rica em fosfatidilcolina, por um processo patenteado através da enzima fosfolipase A<sub>2</sub> imobilizada. A adição de LPC, pelos seus efeitos positivos como componente fundamental da digestão, apresenta benefícios no desempenho técnico e econômico das dietas dos animais e permite a formulação de dietas de menor densidade nutricional, mais econômicas e sem perda de desempenho (SILVA JÚNIOR, 2009).

A LPC demonstrou possuir a capacidade de aumentar a permeabilidade intestinal para macromoléculas. Este é mais um exemplo do seu efeito no epitélio intestinal, ao aumentar a permeabilidade para nutrientes, especialmente ácidos graxos e compostos lipossolúveis de alto peso molecular (SILVA JÚNIOR, 2009).

Os lisofosfolídeos agem diretamente sobre a absorção de gorduras e outros nutrientes, mas é possível que o mecanismo de ação destes compostos possa também estar relacionado com o efeito antibacteriano que estes compostos já demonstraram (COONROD & YONEDA, 1983). Os lisofosfolídeos são capazes de desestabilizar as membranas celulares das bactérias, aumentando a sua permeabilidade para íons e por fim destruindo o equilíbrio iônico entre o interior e o exterior das células. Este seria o mesmo mecanismo de ação antibacteriana de diversos compostos, como ionóforos (NITSCHKE & PASTORE, 2002).

A fosfolipase A<sub>2</sub> também é um importante fator nos processos de defesa do sistema imune (DUBOUX et al., 2003). Isto ocorre porque a fosfolipase A<sub>2</sub> quebra os fosfolípidios da membrana celular, formando lisofosfolídeos que desestabilizam e permeabilizam a bicamada lipídica da célula alvo. Bactérias

com maior permeabilidade de membrana crescem mais lentamente ou são eliminadas, dependendo do nível de permeabilização (SILVA JÚNIOR., 2009).

Estas evidências indicam que os lisofosfolídeos podem atuar exatamente do mesmo modo que os ácidos graxos poliinsaturados, modulando e reduzindo a fermentação bacteriana no intestino dos animais. Deixando mais nutrientes para serem absorvidos pelos animais, os lisofosfolídeos previnem a formação excessiva de compostos bacterianos tóxicos e reduzem a ativação desnecessária do sistema imune, economizando a energia do animal para o crescimento, ganho de peso e reprodução. Esta interação com a microflora também ajuda a explicar a maior digestibilidade de gorduras com o uso de lisofosfolídeos na dieta, dado que a microflora bacteriana tem a capacidade de desconjugar e destruir os sais biliares pela atividade da colilaurina hidrolase bacteriana, provocando forte queda na digestibilidade de gorduras (MAISONNIER et al., 2003).

Já foi demonstrado que um dos efeitos nutricionais mais positivos dos antibióticos promotores de crescimento, ao controlar a fermentação bacteriana no intestino, é de justamente reduzir a atividade da colilaurina hidrolase bacteriana e assim aumentar a digestibilidade e absorção das gorduras. Menos nutrientes disponíveis para as bactérias também favorecem o equilíbrio eubiótico intestinal, pois menos sais biliares serão perdidos e um ciclo virtuoso se retroalimenta (FEIGHNER & DASHKEVICZ, 1987).

Cordeiros alimentados com lisofosfolídeos provenientes da lecitina de soja apresentaram maior consumo de energia, assim como maior peso, rendimento de carcaça, área de olho de lombo e espessura de gordura na carcaça (LOUGH et al., 1991).

KAMANDE et al. (2000) mostraram que os emulsificantes Tween 60 ou 80 aumentaram a degradação da celulose *in vitro* e a digestibilidade da dieta, aumentando a atividade das proteases e celulasas microbianas. CONG et al. (2009) também destacaram o potencial do uso de surfactantes na dieta de ruminantes ao realizarem ensaios de digestibilidade e produção de gases *in vitro*. Observaram incremento na produção de gases, concentração de ácidos graxos voláteis e na digestibilidade da matéria seca da dieta. LEE & HA (2003) verificaram que o surfactante Tween 80 incrementou a atividade das enzimas

celulase, xilanase e amilase no líquido ruminal. Contudo reduziu a produção de gases *in vitro*.

HRISTOV et al. (2007) adicionaram surfactantes em dietas contendo diferentes níveis de amido e observaram que houve incremento na solubilização da matéria seca da dieta e do amido. No entanto o aumento observado na digestibilidade foi atribuído ao aumento dos níveis de amido, pois os surfactantes não afetaram a taxa de degradação da dieta.

WANG et al. (2003) observaram melhor conversão alimentar em novilhos confinados com dietas adicionadas de surfactantes, mas não verificaram incrementos no ganho de peso ou na ingestão de matéria seca. Os surfactantes aumentaram a digestibilidade da dieta e o acúmulo de açúcares redutores, mas houve diminuição na relação acetato:propionato em ensaios *in vitro* (WANG et al., 2004). Sugeriram que os surfactantes podem potencialmente aumentar a eficiência energética em bovinos confinados.

Segundo PIRES (2011) a inclusão de 0,06% de lisofosfolípídeos na dieta de novilhos Nelore confinados não alterou o ganho de peso e reduziu a perda de extrato etéreo nas fezes. No entanto incrementou a digestibilidade *in vitro* das dietas utilizadas no confinamento em 11,4%

JONES et al. (1992) em três ensaios estudaram a inclusão de lecitina e lisolecitina em diferentes níveis em dietas contendo óleo de soja, sebo, banha suína e óleo de coco para suínos em crescimento e terminação. Concluíram em resumo dos três ensaios que os emulsificantes aumentaram a absorção de nutrientes, com pequenos impactos no desempenho animal.

MELEGY et al. (2010) estudaram o efeito da adição de lisolecitina (Lysoforte Booster Dry<sup>®</sup>, Kemin) em dietas para frangos de corte, nas doses de 250 ou 500 g/ton de ração, do primeiro dia de vida ao abate. Os tratamentos com lisolecitina apresentaram maiores ganho de peso, cobertura de gordura na carcaça, peso final e melhor eficiência alimentar. Concluíram que o aditivo melhorou o desempenho produtivo, reduziu o custo de produção e não deixou resíduo nas carcaças. RAJU et al. (2011) observaram maior ganho de peso, consumo de alimentos, digestibilidade da gordura e suprimento de energia em frangos recebendo dietas com lisolecitina. A eficiência alimentar também foi melhorada.

## 2.4 Lisina

Os requerimentos protéicos nas dietas animais sempre receberam notável atenção. No entanto o perfil de aminoácidos das dietas e a necessidade destes nutrientes por parte dos animais foram negligenciados por muito tempo (BUTTERY & FOULDS, 1985).

A partir do NRC para ovinos (1985) e do NRC para gado de leite (1989) houve modificações no conceito da proteína, sendo suas necessidades divididas em proteína degradável no rúmen e proteína não-degradável no rúmen. Mesmo assim não se deu atenção aos aminoácidos, que só vieram a ser incluídos e discutidos a partir do NRC (1996) para gado de corte (LOEST et al., 1999).

Em monogástricos a simples determinação do perfil de aminoácidos da dieta é suficiente para uma boa formulação, visto que a dieta não sofre processos fermentativos antes de chegar ao intestino (FULLER & CHAMBERLAIN, 1982). No entanto em ruminantes o perfil de aminoácidos da dieta é modificado pelos micro-organismos ruminais, sendo que MERCHEN & TITGEMEYER (1992) já atentavam que somente os aminoácidos microbianos poderiam não ser suficientes para suprir as necessidades de manutenção e produção dos ruminantes, sendo necessário suplementá-los.

O fator mais importante que afeta a eficiência da conversão da proteína da dieta em proteína animal é o balanço de aminoácidos absorvidos (COLE & VAN LUNEN, 1994). A proteína ideal se conceitua como sendo aquela que possui o perfeito balanceamento de aminoácidos para a máxima eficiência de produção (CHEN & ORSKOV, 1994). Conhecer os requerimentos de aminoácidos para ovinos são urgentes, para serem incluídos em futuras tabelas de exigências nutricionais (LOEST et al., 1999).

Os aminoácidos são suplementados conjugados a polímeros sintéticos (PAPAS et al., 1984), lipídeos (OVERTON et al., 1998) ou quelatados a minerais, para passarem pelo rúmen sem serem metabolizados pelos micro-organismos. Sendo que a segunda opção tem sido mais utilizada atualmente (SUN et al, 2007).

A lisina é um aminoácido essencial (NRC, 2001), ou seja, os ruminantes não conseguem sintetizá-la e precisam obtê-la através da alimentação. É o segundo aminoácido mais limitante na produção animal (SUN et al, 2007) e tem sido bastante estudado em monogástricos.

A determinação dos requerimentos de aminoácidos nos ruminantes é baseada principalmente na composição da carcaça ou do corpo vazio. A determinação através do corpo vazio, que é todo o corpo menos o conteúdo das vísceras, é mais recomendada, visto que engloba não só a carcaça mais todos os órgãos (HUSSEIN et al. 1991).

LOEST et al. (1999) determinaram a composição de aminoácidos em carcaças de cordeiros em crescimento da raça South African Mutton Merino. Encontraram a proporção de 7,03% de lisina na proteína bruta da carcaça. FERREIRA et al. (1999a) neste mesmo projeto determinou a proporção de 6,46% de lisina na proteína bruta do corpo vazio.

FERREIRA et al. (1999b) encontraram diferenças entre o teor de lisina na proteína bruta da digesta duodenal e do corpo vazio, indicando que a avaliação da exigência dos aminoácidos está relacionado com a disponibilidade de aminoácidos no conteúdo duodenal. Neste estudo foi sugerido um teor de 8,64% de lisina na digesta duodenal para suprir a deficiência deste aminoácido. LOEST et al. (1997) não encontraram diferenças na composição de aminoácidos de cordeiros abatidos com peso vivo variando entre 30 e 45 kg.

SUN et al. (2007) observaram incremento do fluxo de nitrogênio para o duodeno ao adicionar lisina e metionina protegida na dieta, mas o mesmo não foi observado ao suplementar estes aminoácidos de forma não protegida. Este resultado sugere que a suplementação de aminoácidos protegidos pode aumentar a eficiência de utilização de nitrogênio em ruminantes. O mesmo já havia sido observado por OKE et al. (1986).

A lisina protegida na dose de 0,4% da MS aumentou a retenção de nitrogênio em ovinos quando comparada a dieta sem incluí-la, respectivamente, 35,5% e 32,4% do nitrogênio ingerido (HAN et al., 1996). Contudo ANTONGIOVANNI et al. (2002) não observaram incrementos no desempenho ao se suplementar aminoácidos protegidos.

Existem também análogos de lisina que podem ser utilizados como fonte de lisina. A hidroximetil-lisina é um análogo que possui 94% de biodisponibilidade de lisina (ELWAKEEL et al., 2012).

## 2.5 Metionina

A metionina também é um aminoácido essencial (NRC, 2001) e é considerada a principal limitante na produção animal (SUN et al, 2007). Foi o primeiro aminoácido a ser protegido para uso em ruminantes, após observar-se que a quantidade de metionina presente no intestino diferia do fornecido na dieta (SCHWAB et al. 2001).

Inicialmente tentou-se proteger a metionina usando lipídeos, carboidratos e minerais. Na década de 60 desenvolveu-se no Canadá a primeira metionina protegida, através de um fino revestimento de triestearina. Posteriormente desenvolveu-se na Noruega outro produto, com cerca de 30% de metionina disponível. Desde então vários produtos tem sido desenvolvidos utilizando tanto compostos naturais quanto sintéticos (SCHWAB, 1995).

SUN et al. (2007) comprovaram que a proteção da metionina e da lisina funcionaram, pois aumentaram o fluxo de nitrogênio para o duodeno. Assim confirmou-se que os micro-organismos ruminais não conseguiram metabolizar os aminoácidos do produto utilizado.

A metionina também pode ser suplementada através de análogos, sendo o mais estudado o ácido 2-hidróxi-4-metiltio-butanóico, também conhecido por HMB (ROBERT et al. 2001; SCHWAB et al., 2001). Recentemente o éster isopropílico do HMB conhecido por HMBi foi desenvolvido e alguns estudos já foram realizados principalmente em gado de leite (RULQUIN et al., 2006).

HATFIELD et al. (1995) observaram que cordeiros filhos de ovelhas que receberam suplementação com metionina durante e após a gestação apresentaram maior ganho de peso e maior peso à desmama. Cordeiros da raça Awassi recebendo 2 g de metionina por dia também demonstraram maior ganho de peso, assim como maior rendimento de carcaça do que cordeiros não suplementados. A inclusão de 2 ou 4 g melhorou a rentabilidade econômica (ABDELRAHMAN & HUNAITI, 2008).

Ovinos da raça South African Mutton Merino apresentaram composição de 2,08% metionina em relação à proteína bruta da carcaça (LOEST et al., 1999). No entanto quando se avaliou esta no corpo vazio a proporção foi de 3,56% da proteína bruta (FERREIRA et al., 1999a).

FERREIRA et al. (1999b) ao compararem o teor de aminoácidos da digesta duodenal e do corpo vazio relataram que a metionina foi o segundo aminoácido limitante, atrás somente da histidina, na dieta padrão avaliada. Sugeriram que o teor de metionina na proteína do conteúdo duodenal deveria ser de 13,87%. O teor de metionina na proteína bruta da carcaça foi similar em cordeiros abatidos com peso vivo entre 30 e 45 kg (LOEST et al., 1997).

Cordeiros confinados com dieta a base de sorgo recebendo suplementação de metionina apresentaram notável aumento no ganho de peso, conversão alimentar e rentabilidade na terminação, sem aumentar o consumo da dieta (IMIK & GUNLU, 2011).

OKE et al. (1986) também observaram incremento na retenção de nitrogênio ao se adicionar metionina e lisina protegidas na dieta de cordeiros e novilhos. Entretanto OBEIDAT et al. (2008) não encontraram nenhum benefício do uso de metionina protegida para cordeiros confinados com dieta de alta performance contendo 14% de farelo de soja. A soja é uma excelente fonte de metionina e talvez por isso não houvesse carência deste aminoácido na dieta controle.

WIESE et al. (2003) não observaram melhorias no desempenho de cordeiros da raça Merino e Poll Dorset x Merino com inclusão de metionina em níveis de 1,0 a 5,0 g/dia na dieta. Os autores ressaltaram que a dieta permitia alto desempenho e foi fornecida à vontade. Contudo constataram menor espessura de gordura na carcaça com o aumento do nível de metionina e redução do sabor da carne na raça Merino.

BALDWIN et al. (1993) concluíram que metionina protegida na dose de 0,2% da dieta não afetou o ganho de peso, produção ou crescimento da lã em ovelhas e cordeiros em crescimento da raça Dorset. ANTONGIOVANNI et al. (2002) também não obtiveram melhorias com a adição de metionina protegida em dieta para cordeiros, sendo o mesmo observado para cabritos (ABDELRAHMAN, 2009).

A suplementação de 2,5 g/kg.MS.dia de metionina aumentou o ganho de peso e a retenção de nitrogênio em cabritos (SOURI et al., 1998). Entretanto ZHOU et al. (2010) demonstraram que os níveis de 0,15%, 0,25% e 0,35% de metionina na dieta de cabritos não influenciaram as perdas líquidas de nitrogênio endógeno e aminoácidos no trato digestivo, através da técnica de diluição de isótopos. No entanto, a menor dose diminuiu o fluxo de nitrogênio do duodeno para o íleo.

Metionina protegida melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar em bovinos em crescimento (WRIGHT & LOERCH, 1988) e a produção de proteína e gordura em vacas de leite (RULQUIN & DELABY, 1997; WU et al., 1997). No entanto outros autores não observaram quaisquer efeito em bovinos em crescimento (TRIPP et al., 1998) ou vacas em lactação (PISULEWSKI & KOWALSKI, 1999).

SCHROEDER et al. (2006a) avaliaram a inclusão de metionina na dose de 3,0 g por dia em dietas de diferentes níveis energéticos para novilhos observaram que a metionina era limitante para a deposição de proteína na carcaça. Assim sua inclusão aumentou o balanço de nitrogênio. A fonte de energia não influenciou na resposta em relação à suplementação de metionina (SCHROEDER et al., 2006b).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar os efeitos da inclusão de metionina protegida, lisina protegida, lisofosfolípídeos e enzima amilolítica em dietas a base de concentrado para cordeiros de corte terminados em confinamento.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Quantificar o consumo diário de ração.

Avaliar o desempenho dos animais utilizando os valores do peso final, ganho médio diário e conversão alimentar.

Determinar as características quantitativas das carcaças, por meio da avaliação do peso e rendimento das carcaças.

Determinar a degradabilidade *in vitro* da matéria seca e a produção de gases das dietas experimentais.

## REFERÊNCIAS

1. ABDELRAHMAN, M. M.; HUNAITI, D. A. The effect of dietary yeast and protected methionine on performance and trace minerals status of growing Awassi lambs. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 115, n. 3, p. 235–241, 2008.
2. ABDELRAHMAN, M. General performance of growing Shami kids fed high energy and protected methionine. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, New York, v. 4, n. 2, p. 52-59, 2009.
3. ANTONGIOVANNI, M; ACCIAIOLI, A.; FRANCI, O.; PONZETTA, M. P.; PUGLIESE, C.; BUCCIONI, A.; BADI, M. Field bean (*Vicia faba* var. minor) as a protein feed for growing lambs with and without protected lysine and methionine supplementation. **Italian Journal of Animal Science**, Bologna, v. 1, n. 3, p. 229-238, 2002.
4. BALDWIN, J. A.; HORTON, G. M. J.; WOHLT, J. E.; PALATINI, D. D.; EMANUELE, S. M. Rumens-protected methionine for lactation, wool and growth in sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 12, p. 125-132, 1993.
5. BARROS, N. N.; SIMPLÍCIO, A. A; FERNANDES, F. D. **Terminação de borregos em confinamento no nordeste do Brasil**. Sobral: EMBRAPA – CNPC, 1997. 24 p. (Circular técnica, 12).
6. BEAUCHEMIN, K. A.; RODE, L. M.; MAEKAWA, M.; MORGAVI, D. P.; KAMPEN, R. Evaluation of a nonstarch polysaccharidase feed enzyme in dairy cow diets. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 3, p.543-553, 2000.
7. BEAUCHEMIN, K. A.; COLOMBATTO, D.; MORGAVI, D. P.; YANG, Z. W. Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 2, p. 37-47, 2003.
8. BUTTERY, P. J.; FOULDS, A. N. Amino acids requirements of ruminants. In: HARESIGN, W.; COLE D.J.A. **Recent advances in animal nutrition**. London: Butterworths, 1985. cap. 14.
9. CHEN, X. B.; ORSKOV, E. R. Amino acid nutrition in sheep. In: D'MELLO J. P. F. **Amino acids in farm animal nutrition**. Guildford. 1994. cap. 13.
10. COLE, D.J.A. & VAN LUNEN, T.A. Ideal amino acid patterns. In: D'MELLO J. P. F. **Amino acids in farm animal nutrition**. Guildford. 1994. cap. 5.
11. COLOMBATTO, D.; MORGAVI, D. P.; FURTADO, A. F.; BEAUCHEMIN, K. A. Screening of exogenous enzyme for ruminant diets: relationship between biochemical characteristics and *in vitro* ruminal degradation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 10, p. 2628-2638, 2003.

12. CONG, Z. H.; TANG, S. X.; TAN, Z. L.; SUN, Z. H.; ZHOU, C. S.; HAN, X. F.; WANG, M.; REN, G. P. Effects of different nonionic surfactants on in vitro fermentation characteristics of cereal straws. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 1085-1096, 2009.
13. COONROD, J. D.; YONEDA, K. Detection and partial characterization of antibacterial factor(s) in alveolar lining material of rats. **The Journal of Clinical Investigation**, Ann Arbor, v. 71, p. 129-141, 1983.
14. COSTA, J. A. V. **Estudo da produção de amiloglucosidase por *Aspergillus niger* NRRL 3122 em fermentação semi-sólida de farelo de arroz**. 1996. 203 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
15. DUBOUIX, A.; CAMPANAC, C.; FAUVEL, J.; SIMON, M. F.; SALLES, J. P.; ROQUES, C.; CHAP, H.; MARTY, N. Bactericidal properties of group IIa secreted phospholipase A<sub>2</sub> against *Pseudomonas aeruginosa* clinical isolates. **Journal of Medical Microbiology**, London, v. 52, p. 1039-1045, 2003.
16. ELWAKEEL, E. A.; TITGEMEYER, E. C.; FARIS, B. R.; BRAKE, D. W.; NOUR, A. M.; NASSER, M. E. Hydroxymethyl lysine is a source of bioavailable lysine for ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, n. 11, p. 3898-3904, 2012.
17. FAO. FAOSTAT. Estatistics Division / Production: live animals and livestock primary, February, 2013. Disponível em <<http://faostat3.fao.org>>, acesso em 16 de fevereiro de 2013.
18. FEIGHNER, S. D.; DASHKEVICZ, M. P. Subtherapeutic levels of antibiotics in poultry feeds and their effects on weight gain, feed efficiency, and bacterial cholytaurine hydrolase activity. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 53, n. 2, p. 331-336, 1987.
19. FERREIRA, A. V.; VAN DE MERWE, H. J.; LOEST, C. A. Amino acid requirements of South African Mutton Merino Lambs 2. Essential amino acid composition of the whole empty body. **South African Journal Animal Science**, Pretória, v. 29, n. 1, 1999a.
20. FERREIRA, A. V.; VAN DE MERWE, H. J.; LOEST, C. A. Amino acid requirements of South African Mutton Merino Lambs 3. Duodenal and whole empty body essential amino acid profile. **South African Journal Animal Science**, Pretória, v. 29, n.1, 1999b.
21. FULLER, M. F.; CHAMBERLAIN, A. G. Protein requirements of pigs. In: HARESIGN, W. **Recent advances in animal nutrition**. London: Butterworths, 1982. cap. 8.
22. HAN, I. K.; HA, J. K.; LEE, S. S.; KO, Y. G.; LEE, H. S. Effect of supplementing rumen-protected lysine and methionine on ruminal

characteristics and nutrient digestibility in sheep. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 9, n. 2, p. 223-229, 1996.

23. HARGER, C.; SPRADA, D.; HIRATSUKA, E. Amilase Fúngica. In: **Bioquímica das Fermentações**, 1982. 56 p.

24. HATFIELD, P. G.; SNOWDER, G. D.; HEAD JR, W. A.; GLIMPT, H. A.; STOBARTS, R.H.; BESSERN, T.. Production by ewes rearing single or twins lambs: effects of dietary crude protein percentage and supplemental zinc methionine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 1227-1238, 1995.

25. HRISTOV, A. N.; McALLISTER, T. A.; CHENG, K. J. Stability of exogenous polysaccharide-degrading enzymes in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 76, p. 161-168, 1998.

26. HRISTOV, A. N.; ZAMAN, S.; VANDERPOL, M.; SZASZ, P.; HUBER, K.; GREER, D. Effect of a saponin-based surfactant and aging time on ruminal degradability of flaked corn grain dry matter and starch. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 1459-1466, 2007.

27. HUSSEIN, H. S.; JORDAN, R. M.; STERN, M. D. Ruminal protein metabolism and intestinal amino acid utilization as affected by dietary protein and carbohydrate sources in sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n.5, p. 2134-2146, 1991.

28. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção da pecuária municipal 2010 [online]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/default.shtm>>. Acessado em: 15 de fevereiro 2013.

29. IMIK, H.; GUNLU, A. Effects of sodium bicarbonate, polyethylene glycol and methionine added to rations with sorghum (*Sorghum vulgare*) in fattening lambs on growth performance, wool quality and some blood biochemical markers. **Revue de Médecine Vétérinaire**, Toulouse, v.162, n. 8-9, p. 432-439, 2011.

30. JONES, D. B.; HANCOCK, J. D.; HARMON, D. L.; WALKER, C. E. Effects of exogenous emulsifiers and fat sources on nutrient digestibility, serum lipids, and growth performance in weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n.11, p. 3473-3482, 1992.

31. KAMANDE, G. M.; BAAH, J.; CHENG, K. J.; McALLISTER, T. A.; SHELFORD, J. A. Effects of Tween 60 and Tween 80 on Protease Activity, Thiol Group Reactivity, Protein Adsorption, and Cellulose Degradation by Rumen Microbial Enzymes. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n.3, p. 536-542, 2000.

32. LEE, S.S.; HA, J.K. Influences of surfactant Tween 80 on the gas production, cellulose digestion and enzymes activities by mixed rumen microorganisms. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 16, n. 8, p. 1151-1157, 2003.
33. LEWIS, G. E.; HUNT, C. W.; SANCHEZ. Effect of direct-fed fibrolytic enzymes on the digestive characteristics of a forage-based diet fed to beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 12, p. 3020-3028, 1996.
34. LOEST, C. A.; FERREIRA, A. V.; VAN DER MERWE, H. J. Chemical and essential amino acid composition of South African Mutton Merino lamb carcasses. **South African Journal Animal Science**, Pretória, v. 27, n. 1, 1997.
35. LOEST, C. A.; FERREIRA, A. V.; VAN DER MERWE, H. J. Amino acid requirements of South African Mutton Merino lambs 1. Duodenal and carcass essential amino acid profile. **South African Journal Animal Science**, Pretória, v. 29, n. 1, 1999.
36. LOUGH, D. S.; SOLOMON, M. B.; RUMSEY, T. S.; ELSASSER, T. H.; SLYTER, L. L.; KAHL, S.; LYNCH, G. P. Effects of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage diets on performance, serum lipids, and carcass characteristics of growing ram lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 3292-3298, 1991.
37. MAISONNIER, S.; GOMEZ, J.; BRE, E.A. et al. Effects of microflora status, dietary bile salts and guar gum on lipid digestibility, intestinal bile salts, and histomorphology in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p. 805-814, 2003.
38. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Balança comercial: importações do Uruguai no ano de 2012 [online], 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/internacional/indicadores-e-estatisticas/balanca-comercial>. Acesso em 16 de fevereiro de 2013.
39. McALLISTER, T. A.; HRISTOV, A. N.; BEAUCHEMIN, K. A.; RODE, L. M.; CHENG, K. J. Enzymes in ruminant diets. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm animal nutrition**. Oxon: Cab International, cap 11, p.273-298, 2001.
40. MELEGY, T.; KHALED, N. F.; EL-BANA, R.; ABDELLATIF, H. Dietary fortification of a natural biosurfactant, lysolecithin in broiler. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 5, n. 21, p. 2886-2892, 2010.
41. MERCHEN, N. R.; TITGEMEYER, E. C. Manipulation of amino acid supply to the growing ruminant. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 3238-3247, 1992.

42. MORAES, L. M. P. Amilases. In: SAID, S.; PIETRO, R. **Enzimas como agentes biotecnológicos**. Ribeirão Preto: Legis Summa, 2004. cap. 13, p. 222-242.
43. MORGAVI, D. P.; NEWBOLD, C. J.; BEEVER, D. E.; WALLACE, R. J. Stability and stabilization of potential feed additive enzymes in rumen fluid. **Enzyme and Microbial Technology**, New York, v. 26, n. 1, p. 171-177, 2000.
44. NITSCHKE, M.; PASTORE, G. M. Biosurfactantes: propriedades e aplicações. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 5, p. 772-776, 2002.
45. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep**. 6<sup>th</sup>.ed. Washington: National Academy Press, 1985. 99p.
46. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements for dairy cattle**. 6<sup>th</sup>.ed. Washington: National Academy Press, 1989. 157p.
47. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements for beef cattle**. 7<sup>th</sup>.ed. Washington: National Academy Press, 1996. 244p.
48. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7<sup>th</sup>.ed. Washington: National Academic Press, 2001. 381p.
49. OBEIDAT, B. S.; ABDULLAH, A. Y.; AWAWDEH, M. S.; KRIDL, R. T.; TITI, H. H.; QUDSIEH, R. I. Effect of methionine supplementation on performance and carcass characteristics of Awassi ram lambs fed finishing diets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 21, n. 6, p. 831-837, 2008.
50. OKE, B. O.; LOERCH, S. C.; DEETZ, L. E. Effects of rumen-protected methionine and lysine on ruminant performance and nutrient metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, p. 1101-1112, 1986.
51. OVERTON, T. R.; EMMERT, L. S.; CLARK, J. H. Effects of source of carbohydrate and protein and rumen-protected methionine on performance of cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 221-228, 1998.
52. PANDEY, A.; WEBB, C.; SOCCOL, C. R.; LARROCHE, C. **Enzyme Technology**. 1<sup>a</sup> ed. New Delhi: Asiatech Publishers, 2005. 760 p.
53. PAPAS, A. M.; SNIFFEN, C. J.; MUSCATO, T. V. Effectiveness of rumen-protected methionine for delivering methionine postruminally in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, p.545-552, 1984.
54. PIRES, M. A. **Utilização de aditivos na alimentação de bovinos confinados: desempenho, degradabilidade *in vitro*, extrato etéreo e pH**

**fecal**. 2011. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

55. PISULEWSKI, P. M.; KOWALSKI, Z. M. The effect of protected lysine and methionine on milk yield and its composition in lactating dairy cows fed grass silage-based rations. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 8, p. 341-353, 1999.

56. RAJU, M. V.; RAO, S. V.; CHAKRABARTI, P. P.; RAO, B. V.; PANDA, A. K.; DEVI, B. L.; SUJATHA, V.; REDDY, J. R.; SUNDER, G.S.; PRASAD, R. B. Rice bran lysolecithin as a source of energy in broiler chicken diet. **British Poultry Science**, London, v. 52, n. 6, p. 769-774, 2011.

57. ROBERT, J. C. C.; RICHARD, C.; BOUZA, B. Influence of monomer or dimer forms of isopropyl ester of HMB on the supply of metabolizable methionine to the blood of ruminants. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84 (Suppl. 1), p. 281. (Abstr.) 2001.

58. ROJO RUBIO, R.; MENDOZA, G. D.; GONZALEZ, S. S.; LANDOIS, L.; BARCENA, R.; CROSBY, M. M. Effects of exogenous amylases from *Bacillus licheniformis* and *Aspergillus niger* on ruminal starch digestion and lamb performance. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 124, p. 655–665, 2005.

59. ROJO RUBIO, R.; MARTÍNEZ, G. D. M.; VALDEZ, O. D. M.; REBOLLAR, S. R.; JIMENEZ, D. C.; MARTÍNEZ, J. H.; RAZO, F. J. G. Enzimas amilolíticas exógenas na em la alimentación de ruminantes. **Universidad y Ciência**. Villahermosa, v. 23, n. 2, p. 173-182, 2007.

60. RULQUIN, H.; DELABY, L. Effects of the energy balance of dairy cows on lactational responses to rumen-protected methionine. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 2513-2522, 1997.

61. RULQUIN, H.; GRAULET, B.; DELABY, L.; ROBERT, J. C. Effect of different forms of methionine on lactational performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 4387-4394, 2006.

62. SANTOS, R. A história que levou ao Santa Inês. In: SANTOS, R. **Santa Inês: a raça fundamental**. Uberaba: Agropecuária Tropical, 2007. cap. 1.

63. SCHROEDER, G. F.; TITGEMEYER, E. C.; AWAWDEH, M. S.; SMITH, J. S.; GNAD, D. P. Effects of energy level on methionine utilization by growing steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 1497-1504, 2006a.

64. SCHROEDER, G. F.; TITGEMEYER, E. C.; AWAWDEH, M. S.; SMITH, J. S.; GNAD, D. P. Effects of energy source on methionine utilization by growing steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 1505-1511, 2006b.

65. SCHWAB, C. G. Protected proteins and amino acids for ruminants. In: WALLACE R. J.; CHESSON, A. **Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding**. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft and New York: VCH Publishers Inc., 1995. p. 115-141.
66. SCHWAB, C. G.; WHITEHOUSE, N. L.; MCLAUGHLIN, A. M.; KADARIYA, R. K.; ST-PIERRE, N. R.; SLOAN, B. K.; GILL, R. M.; ROBERT, J. C. Use of milk protein concentrations to estimate the methionine bioavailability of two forms of 2- hydroxy-4-methylthio butanoic acid (HMB) for lactating cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84 (Suppl.1), p. 146. (Abstr.) 2001.
67. SILVA JÚNIOR, A. Interações químico-fisiológicas entre acidificantes, probióticos, enzimas e lisofosfolípidios na digestão de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 238-245, 2009.
68. SIQUEIRA, E. R. Raças e sistemas de produção. In: PRODUÇÃO DE OVINOS, 1990, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1990. p. 1-25.
69. SIQUEIRA, E. R. Sistemas de confinamento de ovinos para corte no Sudeste do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE OVINOS E CAPRINOS DE CORTE, 2000, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, 2000. p. 107-117.
70. SOURI, M.; GALBRAITH, H.; SCAIFE, J. R. Comparisons of the effect of genotype and protected methionine supplementation on growth, digestive characteristics and fibre yield in cashmere-yielding and Angora goats. **Animal Science**, Penicuik, v. 66, n. 1, p. 217-223, 1998.
71. SUN, Z. H.; TAN, Z. L.; LIU, S. M.; TAYO, G. O.; LIN, B.; TENG, B.; TANG, S. X.; WANG, W. J.; LIAO, Y. P.; PAN, Y. F.; WANG, J. R.; ZHAO, X. G.; HU, Y. Effects of dietary methionine and lysine sources on nutrient digestion, nitrogen utilization, and duodenal amino acid flow in growing goats. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 12, p. 3340-3347, 2007.
72. SUSIN, I.; MENDES, C. Q. Confinamento de cordeiros: uma visão crítica. In: SIMPÓSIO DE CAPRINOS E OVINOS DA EV- UFMG., 2., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 276p.
73. TRICARICO, J. M.; ABNEY, M. D.; GALYEAN, M. L.; RIVERA, J. D.; HANSON, K. C.; MCLEOD, K. R.; HARMON, D. L. Effects of a dietary *Aspergillus oryzae* extract containing alpha-amylase activity on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 145, p. 802-811, 2007.
74. TRICARICO, J. M.; JOHNSTON, J. D.; DAWSON, K. A. Dietary supplementation of ruminant diets with an *Aspergillus oryzae*  $\alpha$ -amylase. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 145, p. 136-150, 2008.

75. TRIPP, M. W.; HOAGLAND, T. A.; DAHL, G. E.; KIMREY, A. S.; ZINN, S. A. Methionine and somatotropin supplementation in growing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 1197-1203, 1998.
76. VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L.; AMARAL, H. F.; FURTADO, T.; MARCONDES, M. I.; PAULINO, P. V. R. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em: <[www.ufv.br/cqbal](http://www.ufv.br/cqbal)>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2013.
77. WANG, Y.; GREER, D.; McALLISTER, T. A. Effects of moisture, roller setting, and saponin-based surfactant on barley processing, ruminal degradation of barley, and growth performance by feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 2145-2154, 2003.
78. WANG, Y.; ALEXANDER, T. W.; McALLISTER, A. T. In vitro effects of monensin and Tween 80 on ruminal fermentation of barley grain:barley silage-based diets for beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 116, p. 197-209, 2004.
79. WIESE, S. C.; WHITE, C. L.; MASTERS, D. G.; MILTON, J. T. B.; DAVIDSON, R. H. The growth performance and carcass attributes of Merino and Poll DorsetxMerino lambs fed rumen-protected methionine (Smartamine™-M). **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 54, n. 5, p. 507-513, 2003.
80. WRIGHT, M. D.; LOERCH, S. C. Effects of rumen-protected amino acids on ruminant nitrogen balance, plasma amino acid concentrations and performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, p. 2014-2027, 1988.
81. WU, Z.; FISHER, R. J.; POLAND, C. E.; SCHWAB, C. G. Lactational performance of cows fed low or high ruminally undegradable protein prepartum and supplemental methionine and lysine postpartum. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 722-729, 1997.
82. ZHOU, C.S.; TAN, Z. L.; TANG, S. X.; SUN, Z. H.; HAN, X. F.; WANG, M.; TAYO, G. O. The effect of dietary methionine levels on endogenous nitrogen and endogenous amino acids flows in growing goats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 94, p. 594-604, 2010.

## **CAPÍTULO II – DESEMPENHO PONDERAL E CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DAS CARÇAÇAS DE CORDEIROS DORPER x SANTA INÊS CONFINADOS RECEBENDO DIETA A BASE DE CONCENTRADOS E ADITIVOS**

### **Resumo**

O rebanho brasileiro de ovinos tem crescido nos últimos anos. Mesmo assim não tem conseguido suprir a demanda de carne ovina e é preciso importar de outros países. Para se produzir carne de qualidade é imprescindível que os cordeiros sejam abatidos ainda jovens. Para tanto a terminação em confinamento é uma estratégia de manejo para se alcançar este objetivo, sendo importante que se estudem alimentos e aditivos que permitam melhores desempenhos zootécnicos. Objetivou-se neste estudo avaliar a inclusão de metionina protegida, lisina protegida, lisofosfolípideo e enzimas amilolíticas em dieta à base de milho e torta de algodão para cordeiros e seus efeitos no desempenho ponderal no confinamento e características quantitativas da carcaça no abate. Foram utilizados 80 cordeiros machos, não castrados, com  $20,57 \pm 4,33$  kg de peso vivo (PV) mestiços Dorper x Santa Inês. Os animais foram confinados em 20 baias coletivas com quatro cordeiros cada. Foram distribuídas quatro baias para cada um dos tratamentos: controle (CON), enzima amilolítica (ENZ), lisina protegida (LIS), lisofosfolípeos (LYP) e metionina protegida (MET). O confinamento durou 64 dias, após o qual se procedeu o abate de 60 animais. O delineamento experimental foi inteiramente casualizados (DIC) em arranjos distintos. No ensaio de desempenho se usou o arranjo em parcelas subdivididas no tempo e para as características quantitativas das carcaças de cordeiros se utilizou o peso ao abate (PA) como covariável. Não houve diferenças para as variáveis PV, consumo diário de ração (CDR), conversão alimentar (CA) e ganho de peso médio diário (GPD) nos primeiros 28 dias de confinamento. O tratamento LYP obteve o maior PV no final do experimento. Em relação ao GPD os tratamentos LYP e ENZ tiveram os melhores desempenhos, seguidos de MET, CON e LIS. O tratamento LYP teve maior CDR do que LIS e MET. No geral o CDR, o PV e a CA aumentaram da primeira para a segunda metade do período experimental e o GPD diminuiu. A CA foi menor para o tratamento ENZ e maior para o CON. Não foi observada nenhuma alteração nas características quantitativas da carcaça em consequência do uso dos aditivos. Observou-se alta correlação do PA com PCQ e PCF. No entanto correlações negativas foram observadas do PA com RCQ, RCF e PPR, com menores coeficientes de correlação. Melhores desempenhos ponderais podem ser alcançados com cordeiros confinados recebendo dietas com a adição de ENZ e LYP, na fase de terminação. Não se obteve melhorias nas características quantitativas das carcaças com uso de nenhum destes aditivos.

Palavras-chave: amilase, lisina, lisofosfolípideos, metionina, ovinos

### **Abstract**

The flock of sheep in Brazil has grown in recent years. Still has failed to meet the demand for sheep meat and has to import from other countries. To produce quality meat is essential that the lambs are slaughtered young. So the finishing in feedlot is a management strategy to achieve this goal, thus it is important to study foods and additives that enable better zootechnical performances. The aim of this study was to evaluate the inclusion of protected methionine (MET), lysine protected (LIS), lysophospholipid (LYP) and amyolytic enzymes (ENZ) in a control total diet (CON) with corn and cottonseed meal to lambs and their effects on weight gain in the feedlot and quantitative carcass traits at slaughter. Were used 80 male lambs, not castrated, with  $20,57 \pm 4,33$  kg live weight (PV), crossbred Dorper x Santa Ines. The animals were confined in 20 collective pens with four lambs each. Four pens were distributed to each of the treatments. The feedlot lasted 64 days, after which up 60 animals were slaughters. The experimental design was completely randomized (CRD) in various arrangements. In the performance test was used the split plots in time and the slaughter weight (PA) was used as a covariate for quantitative characteristics of carcasses of lambs. There were no differences for the variables PV, daily feed intake (CDR), feed conversion (CA) and average daily weight gain (GPD) in the first 28 days of feedlot. The LYP treatment had the highest PV at the end of the experiment. Regarding the GPD the treatments LYP and ENZ had the best performance, followed by MET, CON and LIS. The LYP treatment had higher CDR than LIS and MET. In general, the CDR, the PV and CA increased from the first to the second half of the experimental period and the GPD diminished. The CA was lower for treatment ENZ and higher for CON. There has been no change in quantitative carcass traits as a result of the use of additives. There was a high correlation of PA with PCQ and PCF. However negative correlations were observed of the PA with RCQ, RCF and PPR, with lower correlation coefficients. Better performance can be achieved with feedlot lambs fed diets with the addition of ENZ and LYP, in the finishing phase. There were no improvements in the quantitative carcass traits with the use of any of these additives.

Keywords: amylase, lysine, lysophospholipids, methionine, sheep

## 1 INTRODUÇÃO

O rebanho brasileiro de ovinos é de aproximadamente 17,4 milhões de cabeças, sendo que a região Nordeste detém 9,86 milhões destas e o Estado do Rio Grande do Sul se destaca com um efetivo de 3,98 milhões de cabeças. Observa-se uma tendência de aumento da produção de ovinos nos últimos anos em todo o país (IBGE, 2010).

Os ovinos e caprinos apresentam o menor intervalo entre o nascimento e o abate dentre os ruminantes criados pelo homem (SOARES et al., 2012). Isto se torna uma oportunidade de produzir carne de qualidade intensivamente, visto que animais jovens apresentam melhor qualidade da carne e maior eficiência alimentar (MACEDO et al., 2007).

O confinamento de ovinos se mostra uma alternativa interessante de manejo, visando fornecer um produto padronizado e de excelente qualidade durante todo o ano. Entretanto este sistema requer maior investimento em alimentação, infra-estrutura e mão-de-obra (SOARES et al., 2012). Portanto para viabilizá-lo é necessário buscar raças ou cruzamentos especializados na produção de carne e aditivos ou alimentos que permitam melhores desempenhos zootécnicos.

A metionina e a lisina são aminoácidos essenciais para ruminantes (NRC, 2001) e são considerados os principais limitantes para a produção animal (SUN et al., 2007). O déficit entre a quantidade de aminoácidos fornecidos pela dieta e a quantidade demandada pelo animal pode existir, então a suplementação de aminoácidos pode permitir melhorias na eficiência de conversão da dieta em produto animal.

As amilases são enzimas responsáveis pela digestão de vários polissacarídeos, sendo o mais importante o amido (HARGER, 1982). Sua inclusão em dietas com alta concentração de amido pode reduzir as perdas deste nutriente através das fezes e incrementar a disponibilidade de energia para a produção animal (TRICARICO, 2008).

Os lisofosfolípídeos são biossurfactantes naturais que auxiliam na absorção de lipídeos (SILVA JÚNIOR, 2009). Seu uso poderá disponibilizar uma maior quantidade de energia ao crescimento animal e na fase final de terminação permitir uma maior eficiência alimentar. A deposição de gordura na

carcaça, como tecido adiposo, é mais eficiente em reter energia do que a deposição de proteína, no tecido muscular (GARRET, 1980). No entanto é mais onerosa, visto que possui baixo teor de água quando comparada ao tecido muscular. Como o produto final, neste caso a carne, é comercializado baseado no peso, depositar gordura na carcaça representa um custo adicional ao sistema de produção. Contudo, uma cobertura mínima de gordura na carcaça é recomendada para evitar os danos causados à carcaça durante o resfriamento após o abate.

Mediante o que foi exposto objetivou-se neste estudo avaliar a inclusão de metionina protegida, lisina protegida, lisofosfolípídeo e enzimas amilolíticas em dieta à base de milho e torta de algodão para cordeiros confinados e seus efeitos no desempenho ponderal e características quantitativas da carcaça no abate.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 80 cordeiros machos, não castrados, com  $20,57 \pm 4,33$  kg de peso vivo, provenientes de acasalamentos entre ovelhas da raça Santa Inês e carneiros Dorper. Os cordeiros nasceram nos meses de junho e julho de 2011 e permaneceram em pastos de capim braquiária (*Brachiaria brizantha*) com acesso ao *creep-feeding* até o desmame, que ocorreu no mês de outubro. Os animais foram confinados em 20 baias coletivas com quatro cordeiros cada, contidas em um galpão com piso cimentado, sendo que cada baia possuía 8 m<sup>2</sup> de área útil. O galpão experimental pertence a Escola da Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO. Em cada baia havia bebedouro e cocho, onde se disponibilizou 0,3 m linear de cocho para cada animal.

As baias foram aleatoriamente distribuídas em cinco tratamentos: controle (CON), enzima amilolítica (ENZ), lisina protegida (LIS), lisofosfolípídeos (LYP) e metionina protegida (MET), sendo quatro baias por tratamento (Figura 4).

|           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 11<br>MET | 12<br>LYP | 13<br>LIS | 14<br>MET | 15<br>ENZ | 16<br>MET | 17<br>CON | 18<br>MET | 19<br>ENZ | 20<br>LIS |
| 1<br>LYP  | 2<br>LIS  | 3<br>LIS  | 4<br>CON  | 5<br>ENZ  | 6<br>ENZ  | 7<br>LYP  | 8<br>CON  | 9<br>CON  | 10<br>LYP |

FIGURA 4 – Distribuição dos tratamentos nas baias

A enzima amilolítica foi produzida a partir do fungo *Aspergillus awamori* e utilizada na forma liofilizada na dose de 16,9 U/kg de matéria natural da dieta. A produção, caracterização e avaliação enzimática foram realizadas nos Laboratórios de Enzimologia e de Fisiologia da Digestão do Instituto de Ciências Biológicas II, na Universidade Federal de Goiás. A atividade da amilase foi determinada pelo método sacarificante, que se baseia na quantificação do açúcar redutor produzido pela reação enzimática (MILLER, 1959). A metionina protegida utilizada foi fornecida através do produto MetiPEARL<sup>®</sup> (55,3% de metionina, Kemin) e a lisina protegida através do

LysiPEARL<sup>®</sup> (48,5% de cloridrato de L-lisina, Kemin). O lisofosfolípideo foi fornecido através do produto Lysoforte Booster Dry<sup>®</sup> (Kemin).

As dietas experimentais foram fornecidas duas vezes ao dia, as 7 h e as 17 h, com oferta ajustada diariamente para alcançar-se sobra de 10% da quantidade ofertada. O alimento fornecido e as sobras foram pesados diariamente. As dietas foram fornecidas em forma de ração total e foram formuladas para atender as demandas nutricionais de cordeiros em crescimento para média de ganho de peso diário de 300 g por animal, segundo o NRC (2007). À dieta controle foram somados os aditivos, a fim de se formar as outras dietas experimentais, sendo composta de torta de algodão, milho grão moído e núcleo mineral vitamínico. O percentual de inclusão dos ingredientes e a composição química das dietas em relação à proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria mineral (MM) com base na matéria seca (MS) estão descritos na Tabela 1.

TABELA 1 – Composição percentual dos ingredientes na matéria natural e composição química da matéria seca das dietas

| Ingredientes                 | Tratamentos |        |        |        |        |
|------------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
|                              | CON         | ENZ    | LIS    | LYP    | MET    |
| Torta de algodão             | 55,0%       | 55,0%  | 55,0%  | 55,0%  | 55,0%  |
| Milho moído                  | 42,0%       | 42,0%  | 41,7%  | 42,0%  | 41,9%  |
| Núcleo mineral e vitamínico* | 3,0%        | 3,0%   | 3,0%   | 3,0%   | 3,0%   |
| Enzima                       | -           | 0,076% | -      | -      | -      |
| Lisina                       | -           | -      | 0,338% | -      | -      |
| Lisofosfolípideo             | -           | -      | -      | 0,038% | -      |
| Metionina                    | -           | -      | -      | -      | 0,113% |
| Composição química           |             |        |        |        |        |
| PB                           | 20,11%      | 20,11% | 20,11% | 20,11% | 20,11% |
| EE                           | 7,41%       | 7,41%  | 7,41%  | 7,41%  | 7,41%  |
| FDN                          | 34,23%      | 34,23% | 34,23% | 34,23% | 34,23% |
| FDA                          | 21,50%      | 21,50% | 21,50% | 21,50% | 21,50% |
| MM                           | 6,52%       | 6,52%  | 6,52%  | 6,52%  | 6,52%  |
| MS                           | 90,50%      | 90,50% | 90,50% | 90,50% | 90,50% |

\*Nutriente/kg de núcleo: Cálcio = 262 g, Fósforo = 60 g, Enxofre = 50 g, Magnésio = 40 g, Sódio = 30 g, Ferro = 3000 mg, Zinco = 1000 mg, Manganês = 900 mg, Flúor = 600 mg, Cobre = 221 mg, Iodo = 15 mg, Selênio = 10 mg e Cobalto = 5 mg.

A pesagem dos animais para se obter o peso vivo (PV) ocorreu sempre as 8 h da manhã, sem jejum, em diferentes intervalos de tempo, do início ao fim do experimento aos 64 dias de confinamento, quando se abateu os animais. O abate foi efetuado em frigorífico, após jejum de sólidos de 21 h, seguindo o procedimento operacional padrão: atordoamento, sangria, esfolagem, evisceração e divisão da carcaça em meias-carcaças. As meias-carcaças permaneceram em câmara refrigerada a 4°C por 24 h.

A determinação do GPD foi realizada nos intervalos de zero a 28, 28 a 64 e para o período total de confinamento, dividindo o ganho de peso de cada animal pelo tempo no período. O consumo diário de ração (CDR) foi obtido através da subtração da quantidade ofertada e a quantidade de sobras pesadas diariamente, para cada período em cada baia. A conversão alimentar (CA) foi calculada dividindo-se o consumo total de ração pelo ganho de peso total de cada período em cada baia.

Foram abatidos 60 animais, sendo que o peso ao abate (PA) foi considerado o mesmo da última pesagem do confinamento, pois não foi possível pesar os animais no momento do abate. Após o abate as meias carcaças foram pesadas para se obter o peso das carcaças quente (PCQ) e realizar o rendimento de carcaça quente ( $RCQ = PCQ/PA*100$ ). Após 24 h na câmara fria realizou-se nova pesagem das meias-carcaças onde se obteve o peso da carcaça fria (PCF) e calculou-se o rendimento de carcaça fria ( $RCF = PCF/PA*100$ ) e a perda de peso pelo resfriamento ( $PPR = (PCQ - PCF/PCQ)*100$ ).

Foram considerados dois delineamentos inteiramente casualizados (DIC) em arranjos distintos. No ensaio de desempenho em confinamento se usou o arranjo em parcelas subdivididas no tempo. Sendo que para as variáveis PV, GPD, CDR e CA a unidade experimental foi a baia. Para o ensaio de características quantitativas das carcaças de cordeiros se utilizou o PA como covariável, onde cada animal constituiu uma unidade experimental.

Os dados foram analisados através do pacote estatístico “*easynova*” (ARNHOLD, 2013) do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para as variáveis PV, GPD, CDR e CA estão apresentados na Tabela 2. Todas estas variáveis foram analisadas para os intervalos de zero a 28 dias, 28 a 64 dias e para o período total. No primeiro período não se observou diferença entre os tratamentos, para todas as variáveis analisadas.

O PV médio de todos os animais aumentou significativamente com o passar do tempo, saindo de  $20,57 \pm 4,33$  kg ao início do experimento e chegando a  $35,85 \pm 7,50$  kg aos 64 dias. O mesmo ocorreu em todos os tratamentos. Contudo no período final da terminação o tratamento LYP apresentou o maior PV, seguido de ENZ, MET, CON e LIS, respectivamente. O tratamento LIS apresentou o pior desempenho dentre todos.

Verifica-se um decréscimo no conteúdo corporal de proteína e o aumento no de gordura, com a elevação do peso dos animais, que são atribuídos à desaceleração do crescimento muscular e resulta em menor conteúdo de proteína por kg de ganho de peso corporal, à medida que o peso do animal se eleva, concomitantemente com o maior acúmulo de tecido adiposo (BERG & BUTTERFIELD, 1976). Assim sendo, o LYP pode ter sido eficaz em depositar gordura na carcaça na fase final da terminação dos cordeiros, visto que é responsável pelo aumento da absorção de gordura (SILVA JÚNIOR, 2009). A gordura apresenta um alto custo para sua deposição, já que armazena grande quantidade de energia por unidade de peso.

Quanto ao GPD, houve diferenças nas médias no segundo período da terminação, onde o tratamento LYP ( $P < 0,05$ ) se destacou novamente, seguido de ENZ, MET, CON e LIS. Os tratamentos CON e LIS tiveram o pior desempenho neste período. Contudo, ao se analisar todo o período os tratamentos LYP e ENZ foram os melhores seguidos de MET, CON e LIS. O GPD diminuiu do primeiro para o segundo período em todos os tratamentos, com exceção do LYP, que manteve o GPD semelhante ao primeiro período.

A redução no GPD pode ser atribuída à idade fisiológica dos cordeiros, pois a capacidade de ganho de peso se reduz com idade. A capacidade máxima para esta variável ocorre até as 20 semanas de idade (SAINZ, 2000).

TABELA 2 – Peso vivo (PV), ganho de peso médio diário (GPD), consumo médio diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA) de cordeiros Dorper x Santa Inês confinados

| Variável        | Tempo | Tratamentos          |                      |                     |                     |                      | Média              | P1*    | P2**    | P3***   |
|-----------------|-------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------|--------|---------|---------|
|                 |       | CON                  | ENZ                  | LIS                 | LYP                 | MET                  |                    |        |         |         |
| PV<br>(kg)      | 0     | 20,89 <sup>aC</sup>  | 20,49 <sup>aC</sup>  | 20,18 <sup>aC</sup> | 20,98 <sup>aC</sup> | 20,31 <sup>aC</sup>  | 20,57 <sup>C</sup> |        |         |         |
|                 | 28    | 28,53 <sup>aB</sup>  | 28,25 <sup>aB</sup>  | 27,34 <sup>aB</sup> | 28,67 <sup>aB</sup> | 28,37 <sup>aB</sup>  | 28,23 <sup>B</sup> | 0,0137 | <0,0001 | <0,0001 |
|                 | 64    | 35,27 <sup>bcA</sup> | 36,75 <sup>abA</sup> | 33,80 <sup>cA</sup> | 37,77 <sup>aA</sup> | 35,65 <sup>bA</sup>  | 35,85 <sup>A</sup> |        |         |         |
|                 | Média | 28,23 <sup>ab</sup>  | 28,50 <sup>ab</sup>  | 27,10 <sup>b</sup>  | 29,14 <sup>a</sup>  | 28,11 <sup>ab</sup>  |                    |        |         |         |
| GPD<br>(kg/dia) | 0-28  | 0,273 <sup>aA</sup>  | 0,278 <sup>aA</sup>  | 0,256 <sup>aA</sup> | 0,275 <sup>aA</sup> | 0,288 <sup>aA</sup>  | 0,274 <sup>A</sup> |        |         |         |
|                 | 28-64 | 0,187 <sup>cB</sup>  | 0,236 <sup>abB</sup> | 0,179 <sup>cB</sup> | 0,253 <sup>aA</sup> | 0,202 <sup>bcB</sup> | 0,211 <sup>B</sup> | 0,0022 | <0,0001 | 0,0097  |
|                 | 0-64  | 0,224 <sup>bc</sup>  | 0,254 <sup>a</sup>   | 0,213 <sup>c</sup>  | 0,262 <sup>a</sup>  | 0,240 <sup>ab</sup>  |                    |        |         |         |
| CA<br>(kg/kg)   | 0-28  | 4,45 <sup>aB</sup>   | 4,40 <sup>aB</sup>   | 4,45 <sup>aB</sup>  | 4,43 <sup>aB</sup>  | 4,17 <sup>aB</sup>   | 4,38 <sup>B</sup>  |        |         |         |
|                 | 28-64 | 6,93 <sup>aA</sup>   | 5,56 <sup>cA</sup>   | 6,43 <sup>abA</sup> | 5,84 <sup>bcA</sup> | 6,10 <sup>bcA</sup>  | 6,17 <sup>A</sup>  | 0,0105 | <0,0001 | 0,0209  |
|                 | 0-64  | 5,60 <sup>a</sup>    | 5,00 <sup>b</sup>    | 5,38 <sup>ab</sup>  | 5,18 <sup>ab</sup>  | 5,08 <sup>ab</sup>   |                    |        |         |         |
| CDR<br>(kg/dia) | 0-28  | 1,204 <sup>aA</sup>  | 1,217 <sup>aA</sup>  | 1,134 <sup>aA</sup> | 1,210 <sup>aB</sup> | 1,198 <sup>aA</sup>  | 1,193 <sup>B</sup> |        |         |         |
|                 | 28-64 | 1,295 <sup>bA</sup>  | 1,307 <sup>bA</sup>  | 1,153 <sup>cA</sup> | 1,476 <sup>aA</sup> | 1,228 <sup>bcA</sup> | 1,292 <sup>A</sup> | 0,0051 | <0,0001 | <0,0001 |
|                 | 0-64  | 1,255 <sup>ab</sup>  | 1,268 <sup>ab</sup>  | 1,145 <sup>b</sup>  | 1,360 <sup>a</sup>  | 1,214 <sup>b</sup>   |                    |        |         |         |

Médias seguidas de letras distintas minúsculas nas linhas ou maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Valores de probabilidade da análise de variância para tratamentos (\*), tempo (\*\*) e interação tratamentos e tempo (\*\*\*).

A conversão alimentar (CA) alimentar aumentou ( $P < 0,05$ ) em todos os tratamentos do primeiro para o segundo período da terminação, demonstrando que a capacidade de conversão da dieta em carcaça reduz com a idade (BERG & BUTTERFIELD, 1976). A menor CA foi alcançada pelos tratamentos ENZ, LYP e MET para o segundo período, onde CON e LIS demonstraram os piores resultados. Ao analisar o período total do experimento a melhor CA foi para o tratamento ENZ e o pior para CON, não havendo diferença para os outros tratamentos.

O consumo médio diário de ração (CDR) aumentou ( $P < 0,05$ ) do primeiro para o segundo período quando analisado o confinamento como um todo. No entanto, só houve aumento significativo de CDR para LYP, entre estes dois períodos. No segundo período o CDR foi maior para LYP, seguido dos tratamentos ENZ, CON, MET e LIS. As dietas contendo aminoácidos apresentaram os menores CDR neste período. Ao analisar o CDR durante todo

o confinamento houve diferença significativa entre LYP e os tratamentos MET e LIS, sendo os últimos inferiores ao primeiro.

FURUSHO-GARCIA et al. (2010) observaram GPD de 214 g para cordeiros Dorper x Santa Inês confinados, sendo este valor inferior ao observado neste experimento considerando o período total. A dieta avaliada era composta de 30% de feno de Tifton (*Cynodon dactylus*), 51,6% de milho grão e 16,5% de farelo de soja.

Vários autores trabalharam com a inclusão de MET e LIS para cordeiros e encontraram diferentes resultados para o GPD, CDR, CA e PV, sendo estes resultados demonstrados a seguir. ACOSTA et al. (2012) adicionaram MET em dietas a base de palha de milho para cordeiros crioulos e não observaram melhorias no GPD, sendo os valores inferiores ao encontrados neste estudo (84 g com MET e 67 g sem MET). Possivelmente a qualidade inferior das dietas não possibilitou GPD expressivo, visto que o CDR também foi inferior (0,869 kg com MET e 0,901 kg sem MET).

OBEIDAT et al. (2008) incluíram MET nas doses de 7,0 ou 14,0 g/dia para cordeiros Awassi (16,8 kg PV) e não observaram diferenças para CDR (1,122; 1,040 e 1,029 kg), PV (38,3; 37,3 e 37,2 kg), GPD (251, 238 e 237 g) e CA (4,49; 4,39 e 4,35), respectivamente para os tratamentos controle, baixa MET e alta MET. Resultados semelhantes foram encontrados por WIESE et al. (2003), que incluíram 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 ou 5,0 g de MET na dieta de cordeiros Merino, Poll Dorset e Merino x Poll Dorset.

BALDWIN et al. (1993) observaram GPD de respectivamente 315, 306 e 317 g para níveis de inclusão de zero, 0,1% e 0,2% de MET, respectivamente, na dieta de cordeiros Dorset com doze semanas de idade (16,9 kg de PV). O CDR foi de 1,195; 1,202 e 1,192 kg e a CA de 3,98; 4,32 e 3,94, sem diferenças significativas. Diferenças também não foram encontradas em cordeiros Appenninica recebendo LIS e MET associadas em diferentes doses e proporções (ANTONGIOVANNI et al., 2002).

No entanto IMIK & GUNLU (2011) avaliando o desempenho de cordeiros Morkaraman com 2,5 meses de idade (29,5 kg de PV), recebendo dieta com 0,2% de MET, encontraram diferenças entre os tratamentos. O tratamento com MET apresentou melhor GPD (318,57 g vs. 381,22 g) e CDR (1,54 kg vs. 1,87

kg), mas a CA (4,83 vs. 4,91) foi similar entre as dietas controle e com MET, respectivamente.

As dietas experimentais eram ricas em proteína, assim a oferta de aminoácidos dietéticos pode ter sido suficiente para atender as demandas de lisina e metionina dos cordeiros neste estudo. Desta forma se observou que os tratamentos com inclusão de aminoácidos protegidos não foram significativamente eficazes em melhorar GPD, PV, CA e CDR em relação à dieta controle (CON).

Em relação à inclusão de ENZ, CROSBY et al. (2006) estudaram amilases de *Bacillus licheniformis* em dietas de cordeiros cruzados com a raça Suffolk e não observaram alterações no GPD e CA. ROJO-RUBIO et al. (2005) também incluíram amilases de *Bacillus licheniformis* e *Aspergillus niger* na dieta de cordeiros Suffolk (22,5 kg de PV) e concluíram que a adição de ENZ não afetou o CDR (1,07; 1,03 e 1,01 kg), GPD (237, 270 e 257 g) e CA (4,59; 3,93 e 4,01).

Ao contrário dos resultados relatados pelos referidos autores as melhores médias encontradas para o GPD e a CA do tratamento ENZ em relação ao CON pode ser explicada pelas possíveis modificações que as amilases causam na digestão dos ruminantes. Elas são: hidrólise de polipeptídios, adesão aumentada da microbiota ruminal com o alimento, estimulação de populações microbianas ruminais e sinergismo com enzimas microbianas ruminais (TRICARICO et al., 2008).

Trabalhos com lisofosfolipídeos para ruminantes são escassos. Contudo PIRES (2011) trabalhando com o mesmo produto e inclusão de 0,06% na dieta de novilhos Nelore confinados, não observou diferenças para o GPD, entretanto observou menor perda de extrato etéreo nas fezes. Assim acredita-se que o mecanismo de ação do LYP em cordeiros também tenha permitido menor perda de energia via fezes e contribuído para melhores resultados de GPD e PV. Apesar de não haver relatos que este aditivo aumente o CDR, isto foi observado neste experimento.

Para as características relativas ao abate e as carcaças não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) para nenhuma das variáveis analisadas, sendo elas peso ao abate (PA), peso da carcaça quente (PCQ), rendimento de

carcaça quente (RCQ), peso da carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça fria (RCQ) e perda por resfriamento (PPR) (Tabela 3).

CARTAXO et al. (2009) trabalhando com cordeiros Santa Inês puros e mestiços Dorper x Santa Inês (19,8 kg de PV) confinados, recebendo ração completa com 30% de feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) e 70% de concentrado, observaram RCQ de 46,82% e 46,53% e RCF de 45,95% e 45,6%, respectivamente. Estes valores são inferiores ao aqui encontrado, onde a média de RCQ foi de 51,04% e RCF de 49,53% para o período total do experimento. FURUSHO-GARCIA et al. (2010) observaram RCQ (47,16%) e RCF (45,44%), similares a aqueles autores, mas inferiores ao aqui encontrados. Contudo a PPR foi de 3,65%, sendo pouco maior ao deste estudo (2,91%).

TABELA 3 – Características quantitativas das carcaças de cordeiros Dorper x Santa Inês confinados recebendo dieta de alto concentrado (CON) aditivadas com enzima amilolítica (ENZ), lisina protegida (LIS), lisofosfolípideo (LYP) e metionina protegida (MET)

| Variável | Tratamentos |       |       |       |       | Média | p      | CV (%) |
|----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
|          | CON         | ENZ   | LIS   | LYP   | MET   |       |        |        |
| PA (kg)  | 34,82       | 35,51 | 38,18 | 35,99 | 34,67 | 35,83 | 0,7179 | 17,43  |
| PCQ (kg) | 17,88       | 18,24 | 18,36 | 17,98 | 18,30 | 18,15 | 0,5194 | 4,17   |
| RCQ (%)  | 50,27       | 51,34 | 51,55 | 50,59 | 51,42 | 51,04 | 0,5572 | 4,21   |
| PCF (kg) | 17,44       | 17,68 | 17,83 | 17,41 | 17,83 | 17,64 | 0,4474 | 4,07   |
| RCF (%)  | 49,00       | 49,69 | 50,02 | 48,91 | 50,04 | 49,53 | 0,5390 | 4,21   |
| PPR (%)  | 2,61        | 3,22  | 2,65  | 3,26  | 2,79  | 2,91  | 0,7183 | 49,30  |

BURK & APPLE (2007) observaram RCQ de 51,0%; 47,1% e 52,7%, e PPR de 6,6%; 6,2% e 6,2% para cordeiros deslanados das raças Dorper, Katahdin e Saint Croix, respectivamente, recebendo 0,68 kg/dia de suplemento com farelo de soja e milho e pastejando em um pasto semeado com azevém (*Lolium multiflorum*) e grama Bermuda (*Cynodon spp.*). O valor encontrado por estes autores para RCQ de cordeiros da raça Dorper é similar ao deste estudo, mas apresentou PPR superior.

ABDELRAHMAN (2009) não observaram diferenças para RCQ (48,73% sem MET e 47,93% com MET) de cabritos da raça Shami recebendo 5,0 g de MET diariamente. Também não houve diferença para as características da

carcaça de cordeiros em terminação, com a inclusão de 1,0 g a 5,0 g de MET na dieta por animal/dia (WIESE et al., 2003).

OBEIDAT et al. (2008) não observaram diferenças no RCQ para cordeiros Awassi recebendo zero, 7,0 g ou 14,0 g de MET por dia, sendo respectivamente de 50,7%; 50,8% e 50,1%. No entanto ABDELRAHMAN & HUNAITI (2008) estudando cordeiros da mesma raça encontraram diferenças para a inclusão de MET no RCQ. A inclusão de 2,0 g de MET apresentou melhor RCQ do que o grupo controle (54,8% vs. 53,8%), sendo estes superiores ao grupo recebendo 4,0 g de MET por dia (50,9%). Contudo observa-se maior RCQ para os animais do segundo experimento.

Os valores de RCQ e RCF foram calculados com o PV dos animais sem jejum. FURUSHO-GARCIA et al. (2010) trabalhando com cordeiros Dorper x Santa Inês observaram perda de 5,2% do PV pelo jejum. Sendo assim os valores de RCQ e RCF aqui relatados seriam ainda maiores se fosse considerado o PV em jejum, mas não foi possível obter estes dados.

O conhecimento do RCQ e RCF baseado no PV sem jejum se torna um importante dado para ser avaliado no momento de compra ou envio de animais para o abate. Na cadeia de produção de carne ovina no Brasil geralmente o animal é pesado na propriedade, sem jejum, ao ser enviado para o abate e as negociações geralmente acontecem baseadas no PV do cordeiro.

Na Tabela 4 estão demonstradas as correlações entre as variáveis da carcaça (valores acima da diagonal principal) e os valores de probabilidade para as correlações destas variáveis (valores abaixo da diagonal principal).

TABELA 4 – Correlações (acima da diagonal) e valores de probabilidade (abaixo da diagonal) pelo teste t, para as características de carcaça de cordeiros Dorper x Santa Inês

|     | PA     | PCQ    | RCQ    | PCF    | RCF    | PPF    |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PA  | 1,000  | 0,966  | -0,387 | 0,970  | -0,255 | 0,459  |
| PCQ | <0,001 | 1,000  | -0,137 | 0,997  | -0,010 | 0,393  |
| RCQ | 0,003  | 0,300  | 1,000  | -0,164 | 0,945  | -0,372 |
| PCF | <0,001 | <0,001 | 0,215  | 1,000  | -0,015 | 0,461  |
| RCF | 0,050  | 0,938  | <0,001 | 0,911  | 1,000  | -0,048 |
| PPR | <0,001 | 0,002  | 0,004  | <0,001 | 0,718  | 1,000  |

Quando o valor de probabilidade (P) for menor que 0.05 a correlação é significativamente diferente de zero. Peso de abate (PA), peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça quente (RCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça fria (RCF) e perda de peso por resfriamento (PPR).

O PV ao abate é variável de fundamental importância, haja vista a elevada correlação positiva ( $p < 0,05$ ) observada entre a mesma e as variáveis PCQ ( $r = 0,966$ ) e PCF ( $r = 0,970$ ). Portanto se espera que pesos vivos ao abate (PA) superiores impliquem em carcaças mais pesadas. Para estas mesmas comparações FERNANDES et al. (2008) encontrou menores coeficientes de correlação sendo eles 0,83 e 0,85 respectivamente para PCQ e PCF. Os valores de PPF também sugerem ser maior em carcaças mais pesadas, mesmo que com baixo coeficiente de correlação (0,459).

Os RCQ e RCF tendem a serem menores com o aumento do PA, mas apresentam baixos coeficientes de correlação. Segundo SILVA & PIRES (2000), os maiores rendimentos das carcaças são encontrados nos animais mais jovens, em função do crescimento do trato gastrintestinal com o aumento da idade, corroborando com estes dados.

## **4 CONCLUSÃO**

Os resultados apresentados neste trabalho revelam que melhores desempenhos ponderais podem ser alcançados com cordeiros confinados recebendo dietas com a adição de enzima amilolítica e lisofosfolípídeo, na fase de terminação.

Não se observou melhorias nas características quantitativas das carcaças ao se adicionar enzima amilolítica, lisina protegida, metionina protegida ou lisofosfolípídeo nas condições deste estudo.

## REFERÊNCIAS

1. ABDELRAHMAN, M. M.; HUNAITI, D. A. The effect of dietary yeast and protected methionine on performance and trace minerals status of growing Awassi lambs. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 115, n. 3, p. 235–241, 2008.
2. ABDELRAHMAN, M. M. General performance of growing Shami kids fed high energy and protected methionine. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, New York, v. 4, n. 2, p. 52-59, 2009.
3. ACOSTA, E. S.; CERRILLA, M. E. O.; MARTÍNEZ, G. M.; VALDEZ, O. D. M.; DIOS, S. E. B. Rastrojo de maíz tratado con urea y metionina protegida en dietas para ovinos en crecimiento. **Interciencia**, Caracas, v. 37, n. 5, p. 395-399, 2012.
4. ANTONGIOVANNI, M; ACCIAIOLI, A.; FRANCI, O.; PONZETTA, M. P.; PUGLIESE, C.; BUCCIONI, A.; BADII, M. Field bean (*Vicia faba* var. minor) as a protein feed for growing lambs with and without protected lysine and methionine supplementation. **Italian Journal of Animal Science**, Bologna, v. 1, n. 3, p. 229-238, 2002.
5. ARNHOLD, E. easyanova: Analysis of variance and other important complementary analyzes. 2013. R package version 2.1. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=easyanova>>. Acessado em: 15 de fevereiro 2013.
6. BALDWIN, J. A.; HORTON, G. M. J.; WOHLT, J. E.; PALATINI, D. D.; EMANUELE, S. M. Rumens-protected methionine for lactation, wool and growth in sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 12, p. 125-132, 1993.
7. BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. 1976. **New concepts of cattle growth**. New York: Sydney University. 240p.
8. BURKE, J. M.; APPLE, J. K. Growth performance and carcass traits of forage-fed hair sheep wethers. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 67, p. 264–270, 2007.
9. CARTAXO, F. Q.; CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H.; GONZAGA NETO, S.; PEREIRA FILHO, J. M.; CUNHA, M. G. G. Características quantitativas da carcaça de cordeiros terminados em confinamento e abatidos em diferentes condições corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v. 38, n. 4, p. 697-704, 2009.
10. CROSBY, M. M.; MENDOZA, G. D.; MELGOZA, L. M.; BÁRCENA, R.; PLATA, F.X.; ARANDA, E.M. Effects of *Bacillus licheniformis* amylase on starch digestibility and sheep performance. **Journal of Applied Animal Research**, Izatnagar, v.30, p. 133-136, 2006.
11. FERNANDES, M. A. M.; MONTEIRO, A. L. G.; POLI, C. H. E. C.; BARROS, C. S.; RIBEIRO, T. M. D.; SILVA, A. L. P. Características das

carcaças e componentes do peso vivo de cordeiros terminados em pastagem ou confinamento. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 75-81, 2008.

12. FURUSHO-GARCIA, I. F.; COSTA, T. I. R.; ALMEIDA, A. K.; PEREIRA, I. G.; ALVARENGA, F. A.; LIMA, N. L. L. Performance and carcass characteristics of Santa Ines pure lambs and crosses with Dorper e Texel at different management systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1313-1321, 2010.

13. GARRETT, W. N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 51, n. 6, p. 1434-1440, 1980.

14. HARGER, C.; SPRADA, D. ; HIRATSUKA, E. Amilase fúngica. In: **Bioquímica das Fermentações**, 1982. 56 p.

15. IMIK, H.; GUNLU, A. Effects of sodium bicarbonate, polyethylene glycol and methionine added to rations with sorghum (*Sorghum vulgare*) in fattening lambs on growth performance, wool quality and some blood biochemical markers. **Revue de Médecine Vétérinaire**, Toulouse, v.162, n. 8-9, p. 432-439, 2011.

16. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção da pecuária municipal 2010 [online]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/default.shtm>>. Acessado em: 15 de fevereiro 2013.

17. MACEDO, C. A. B.; MIZUBUTI, I. Y.; MOREIRA, F. B.; PEREIRA, E. S.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; RAMOS, B. M. O.; MORI, R. M.; PINTO, A. P.; ALVES, T. C.; CASIMIRO, T. R. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dietas com diferentes níveis de bagaço de laranja em substituição à silagem de sorgo na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v. 36, p. 1910-1916, 2007.

18. MILLER, G. L. Use of Dinitrosalicylic Acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

19. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7<sup>th</sup>.ed. Washington: National Academic Press, 2001. 381p.

20. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington: National Academic Press, 2007. 362p.

21. OBEIDAT, B. S.; ABDULLAH, A. Y.; AWAWDEH, M. S.; KRIDLI, R. T.; TITI, H. H.; QUDSIEH, R. I. Effect of methionine supplementation on performance and carcass characteristics of Awassi ram lambs fed finishing diets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 21, n. 6, p. 831-837, 2008.

22. PIRES, M. A. **Utilização de aditivos na alimentação de bovinos confinados: desempenho, degradabilidade in vitro, extrato etéreo e pH fecal**. 2011. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
23. R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. 2012. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acessado em: 16 de fevereiro 2013.
24. ROJO RUBIO, R.; MENDOZA, G. D.; GONZALEZ, S. S.; LANDOIS, L.; BARCENA, R.; CROSBY, M. M. Effects of exogenous amylases from *Bacillus licheniformis* and *Aspergillus niger* on ruminal starch digestion and lamb performance. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 124, p. 655–665, 2005.
25. SAINZ, R. D. Avaliação de carcaças e cortes comerciais de carne caprina e ovina. In: SINCORTE, 1., 2000, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, 2000. p. 237-250.
26. SILVA, L. F.; PIRES, C. C. Avaliações quantitativas das proporções de osso, músculo e gordura da carcaça em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1253-1260, 2000.
27. SILVA JÚNIOR, A. Interações químico-fisiológicas entre acidificantes, probióticos, enzimas e lisofosfolípidios na digestão de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 238-245, 2009.
28. SOARES, B. C.; SOUZA, K. D. S.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; MACIEL E SILVA, A. G.; ÁVILA, S. C.; KUSS, F.; ANDRADE, S. J. T.; RAIOL, L. C. B.; COLODO, J. C. N. Desempenho e características de carcaças de cordeiros suplementados com diferentes níveis de resíduo de biodiesel. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 6, p. 1747-1754, 2012.
29. SUN, Z. H.; TAN, Z. L.; LIU, S. M.; TAYO, G. O.; LIN, B.; TENG, B.; TANG, S. X.; WANG, W. J.; LIAO, Y. P.; PAN, Y. F.; WANG, J. R.; ZHAO, X. G.; HU, Y. Effects of dietary methionine and lysine sources on nutrient digestion, nitrogen utilization, and duodenal amino acid flow in growing goats. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 12, p. 3340-3347, 2007.
30. TRICARICO, J. M.; JOHNSTON, J. D.; DAWSON, K. A. Dietary supplementation of ruminant diets with an *Aspergillus oryzae*  $\alpha$ -amylase. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 145, p. 136-150, 2008.
31. WIESE, S. C.; WHITE, C. L.; MASTERS, D. G.; MILTON, J. T. B.; DAVIDSON, R. H. The growth performance and carcass attributes of Merino and Poll Dorset $\times$ Merino lambs fed rumen-protected methionine (Smartamine™-

M). **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 54, n. 5, p. 507-513, 2003.

### **CAPÍTULO III – DEGRADABILIDADE E PRODUÇÃO DE GASES *IN VITRO* DE DIETAS DE ALTO CONCENTRADO COM INCLUSÃO DE DIFERENTES ADITIVOS EM INÓCULO BOVINO OU OVINO**

#### **Resumo**

A produção de ruminantes no Brasil vai desde sistemas extensivos até sistemas intensivos, variando na eficiência de conversão da energia dietética em produto animal. Grande parte da energia é perdida através de gases advindos da fermentação ruminal, sendo que dietas com maior teor de concentrados produzem menos gases por unidade de ganho animal. O estudo da cinética ruminal dos alimentos e a influência de aditivos alimentares na degradabilidade e produção de gases podem contribuir para a formulação de dietas mais eficientes. Neste estudo objetivou-se avaliar a produção cumulativa dos gases oriundos da fermentação ruminal e a degradabilidade *in vitro* (DIVMS) de dietas contendo milho e torta de algodão aditivadas com enzima amilolítica, lisina protegida, lisofosfolípídeos ou metionina protegida. Na DIVMS as amostras foram incubadas por 0, 3, 6, 12, 24 e 48 horas a 39°C, em meio anaeróbio. Foi efetuado o cálculo da degradabilidade da matéria seca (MS), estimando os parâmetros para a construção das curvas de degradabilidade. A produção de gases *in vitro* foi determinada nos tempos de incubação de 3, 6, 9, 12, 16, 24, 32, 48 e 72 horas, sendo comparado o uso de líquido ruminal bovino e ovino. A inclusão de LYP aumentou ( $P < 0,05$ ) a DIVMS da dieta, sendo que a adição de metionina protegida diminuiu esta variável. A produção de gases foi maior em inóculo ovino até 48 horas de fermentação, não havendo diferença no tempo de 72 horas. A enzima amilolítica incrementou a produção de gases somente até 24 horas de fermentação, mas após este período nenhum dos aditivos testados aumentou a produção de gases.

Palavras-chave: amilase, cordeiros, lisina, lisofosfolípídeo, metionina

#### **Abstract**

The ruminant production systems in Brazil range from extensive to intensive systems, ranging in the conversion efficiency of dietary energy in animal product. Much of the energy is lost through gases arising from ruminal fermentation, and diets with higher levels of concentrates produce less gas per unit of gain animal. The study of the kinetics of foods and the influence of food additives in the degradability and gas production may contribute to more effective formulation of diets. The aim of this study was to evaluate the cumulative gas production from ruminal fermentation and degradability *in vitro* (DIVMS) of diets containing corn and cottonseed meal supplemented with enzyme amylolytic, protected lysine, protected methionine or lysophospholipid. In the DIVMS the samples were incubated for 0, 3, 6, 12, 24 and 48 hours at 39°C under anaerobic conditions. Was calculated the degradability of dry matter

(DMS), estimating the parameters for constructing curves degradability. The in vitro gas production was determined in the incubation times of 3, 6, 9, 12, 16, 24, 32, 48 and 72 hours, and compared the use of bovine and ovine ruminal fluid. The inclusion of LYP increased ( $P < 0.05$ ) DIVMS of the diet, while the addition of protected methionine decreases this variable. The gas production was greater in sheep inoculum until 48 hours of fermentation, there was no difference in time of 72 hours. The amylolytic enzyme increased the production of gas only until 24 hours fermentation, but after this period none of the additives tested increased the production of gases.

Keywords: amylase, lambs, lysine, lysophospholipids, methionine

## 1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de terminação de ruminantes no Brasil vão desde sistemas extensivos até sistemas intensivos de criação. Os primeiros demandam maior tempo para a produção de uma mesma unidade de produto animal. Sendo assim, maior parcela do alimento fornecido é destinada para a manutenção das atividades vitais do animal. Portanto, se constitui em um sistema menos eficiente em conservar a energia presente na dieta no produto final, sendo ele carne, leite ou outros produtos animais. Nestes sistemas geralmente as gramíneas constituem a base da dieta. Ao contrário destes, nos sistemas intensivos de terminação há maior inclusão de grãos nas dietas, tendo estes melhores conversões da energia da dieta para produtos animais.

Grande parte da energia perdida durante a fermentação ruminal é proveniente da eliminação de gases (LANA et al., 1998). Sendo que aproximadamente 99% destes gases são o gás carbônico e o metano, havendo também pequena eliminação de óxido nitroso (KOZLOSKI, 2002).

As dietas com maiores proporções de concentrado geram maiores volumes cumulativos de gás por unidade de tempo. Pois estas apresentam quantidades elevadas de carboidratos não fibrosos, os quais são rapidamente digeridos no rúmen (MERTENS, 1987).

Substratos com maior capacidade de produção de acetato (maior teor de fibra) produzem proporcionalmente maior quantidade de gases quando comparados aos substratos ricos em amido, os quais proporcionam maior produção de propionato e menor produção de gases por unidade de glicose fermentada (BLÜMMEL et al., 1997). Isto é demonstrado principalmente ao se relacionar a quantidade de gases produzida por unidade de ganho animal.

O estudo da cinética ruminal dos alimentos e a influência de aditivos alimentares no que se refere à digestibilidade, à taxa e ao potencial de digestão ruminal, entre outros, pode contribuir significativamente para a formulação de dietas mais econômicas e eficientes que atendam de forma mais adequada às exigências dos micro-organismos ruminais e à compatibilização entre alimentos (MORAES et al., 2006).

Neste estudo objetivou-se avaliar a produção cumulativa dos gases oriundos da fermentação ruminal e a degradabilidade *in vitro* de dietas

contendo milho e torta de algodão aditivadas com enzima amilolítica, lisina protegida, lisofosfolipídeos ou metionina protegida, em inóculo bovino ou ovino.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As dietas avaliadas foram compostas de milho grão moído, torta de algodão e núcleo mineral vitamínico. A composição das dietas se encontra na Tabela 5. Os tratamentos foram: controle (CON), enzima amilolítica (ENZ), lisina protegida (LIS), lisofosfolipídeos (LYP) e metionina protegida (MET).

TABELA 5 – Composição percentual dos ingredientes na matéria natural e composição química das dietas com base na matéria seca

| Ingredientes                 | Tratamentos |        |        |        |        |
|------------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
|                              | CON         | ENZ    | LIS    | LYP    | MET    |
| Torta de algodão             | 55,0%       | 55,0%  | 55,0%  | 55,0%  | 55,0%  |
| Milho moído                  | 42,0%       | 42,0%  | 41,7%  | 42,0%  | 41,9%  |
| Núcleo mineral e vitamínico* | 3,0%        | 3,0%   | 3,0%   | 3,0%   | 3,0%   |
| Enzima                       | -           | 0,076% | -      | -      | -      |
| Lisina                       | -           | -      | 0,338% | -      | -      |
| Lisofosfolipídeo             | -           | -      | -      | 0,038% | -      |
| Metionina                    | -           | -      | -      | -      | 0,113% |
| Composição química           |             |        |        |        |        |
| PB                           | 20,11%      | 20,11% | 20,11% | 20,11% | 20,11% |
| EE                           | 7,41%       | 7,41%  | 7,41%  | 7,41%  | 7,41%  |
| FDN                          | 34,23%      | 34,23% | 34,23% | 34,23% | 34,23% |
| FDA                          | 21,50%      | 21,50% | 21,50% | 21,50% | 21,50% |
| MM                           | 6,52%       | 6,52%  | 6,52%  | 6,52%  | 6,52%  |
| MS                           | 90,50%      | 90,50% | 90,50% | 90,50% | 90,50% |

\*Nutriente/kg de núcleo: Cálcio = 262 g, Fósforo = 60 g, Enxofre = 50 g, Magnésio = 40 g, Sódio = 30 g, Ferro = 3000 mg, Zinco = 1000 mg, Manganês = 900 mg, Flúor = 600 mg, Cobre = 221 mg, Iodo = 15 mg, Selênio = 10 mg e Cobalto = 5 mg.

A enzima amilolítica foi produzida a partir do fungo *Aspergillus awamori* e utilizada na forma liofilizada na dose de 16,9 U/kg na matéria natural da dieta. A produção, caracterização e avaliação enzimática foram realizadas nos Laboratórios de Enzimologia e de Fisiologia da Digestão do Instituto de Ciências Biológicas II, na Universidade Federal de Goiás. A atividade da amilase foi determinada pelo método sacarificante, que se baseia na quantificação do açúcar redutor produzido pela reação enzimática (MILLER, 1959). A metionina protegida utilizada foi fornecida através do produto MetiPEARL<sup>®</sup> (55,3% de metionina, Kemin) e a lisina protegida através do

LysiPEARL<sup>®</sup> (48,5% de cloridrato de L-lisina, Kemin). O lisofosfolípídeo foi fornecido através do produto Lysoforte Booster Dry<sup>®</sup> (Kemin).

No ensaio de degradabilidade *in vitro* se coletou cerca de 2,0 L de líquido ruminal de um bovino fistulado de 24 meses, macho e não castrado, adaptado por sete dias a cada dieta. Todos os materiais (garrafa térmica, funil, provetas e liquidificador) envolvidos no manuseio do líquido coletado foram previamente aquecidos a 39°C. O líquido ruminal foi misturado no liquidificador em alta rotação por 30 segundos, para liberação de parte dos microorganismos aderidos ao material em suspensão no líquido ruminal. Em seguida foi filtrado em tecido de algodão.

Do líquido ruminal filtrado foram retiradas quatro alíquotas de 0,4 L e adicionadas a 1,6 L de solução tampão de Kansas, resultando em quatro volumes de 2,0 L. Cada volume foi colocado em jarros para incubação (TECNAL), onde se adicionaram os sacos para incubação ANKOM<sup>®</sup> F57. Os quatro jarros foram acondicionados na incubadora *in vitro* DAISY II TE-150 (TECNAL). Todo o manuseio envolvendo o líquido ruminal ocorreu sob infusão constante de CO<sub>2</sub>.

Em cada jarro foram adicionados doze sacos ANKOM<sup>®</sup> F57 contendo 0,5 g de amostra. As amostras foram incubadas por 0, 3, 6, 12, 24 e 48 horas a 39°C, em meio anaeróbio. Foram retirados dois sacos por jarro para cada tempo de incubação, se calculando um valor médio para cada jarro. A média dos dois sacos de cada jarro em cada tempo constitui uma repetição, assim houve quatro repetições para cada momento de retirada. Após a retirada dos sacos ANKOM<sup>®</sup> da incubadora, estes foram colocados em água fria para paralisar a atividade microbiana e posteriormente lavados em água corrente, até que esta se apresentasse clara. Depois de retirado o excesso de água, os sacos foram lavados com acetona por cinco minutos, e levados a estufa com circulação forçada de ar e secados completamente a 105°C, por 12 horas. Os sacos foram colocados em dessecador durante 30 minutos e tiveram o peso registrado. Todo o procedimento foi executado cinco vezes, sendo incubado um tratamento por vez. Desta forma evitou-se que dois tratamentos fossem aplicados no mesmo jarro e pudesse haver a interação de dois aditivos na mesma amostra.

A fermentação *in vitro* da matéria seca (MS) foi realizada pela metodologia do fermentador artificial descrita por HOLDEN (1999). O cálculo da degradabilidade da MS (DMS) foi efetuado através da fórmula descrita por TILLEY & TERRY (1963), onde A = peso da MS inicial do saco mais a amostra, B = peso da MS residual do saco mais a amostra digerida e Br = peso da MS do saco sem amostra chamado de branco. A fórmula para cálculo é  $DMS (\%) = (A - (B - Br) \times 100) / A$ .

Os dados de degradabilidade obtidos foram ajustados pelo modelo de ORSKOV & MCDONALD (1979), segundo a equação  $p = a + b(1 - e^{-c \cdot t})$ , onde p = taxa de degradação no tempo, a = fração de rápida degradação, b = fração potencialmente degradável, c = taxa horária de degradação da fração potencialmente degradável, e = logaritmo natural e t = tempo de incubação. O somatório de a e b deve ser igual ou inferior a 100%.

Os valores de a, b e c foram utilizados para cálculos da degradabilidade potencial (a + b), que representa o alimento solubilizado ou degradado no rúmen quando o tempo não é o fator limitante e a degradabilidade efetiva conforme a equação  $p = a + (b \cdot c) / (c + Kp)$  de ORSKOV et al. (1980). Nesta equação p representa a taxa de degradabilidade efetiva e Kp a taxa estimada de passagem das partículas no rúmen por hora.

O ensaio *in vitro* de produção de gases foi realizado de acordo com THEODOROU et al. (1994) com modificações de MAURÍCIO et al. (1999). Amostras de 1,0g dos substratos a serem avaliados foram pesadas e lacradas em sacos para degradabilidade ANCON<sup>®</sup> F57. Para a fermentação das amostras utilizou-se frascos de vidro com volume de 160 mL, preenchidos com CO<sub>2</sub> visando à manutenção do ambiente anaeróbio, conforme BEUVINK & SPOELSTRA (1992). A estes foram adicionados os sacos com as amostras, juntamente com 90 mL de meio de cultura tamponante e 10 mL de inóculo ruminal ovino ou bovino, sendo novamente preenchidos com CO<sub>2</sub> e vedados com rolhas de borracha.

Um bovino e dois ovinos machos, adultos, castrados, com fístula ruminal, foram utilizados como doadores de líquido ruminal. O bovino encontrava-se mantido em pastagem de braquiária (*Brachiaria brizantha*), enquanto os ovinos permaneciam em baia recebendo capim tifton (*Cynodon dactylon*) fresco e picado no cocho. Ambos os grupos recebiam mistura mineral

e água *ad libitum*, mas os ovinos recebiam ainda 150g/dia de suplementação concentrada por animal.

Foram incubados 128 frascos, oito destes contendo apenas o líquido ruminal e o meio de cultura tamponante como controle (brancos), utilizados para determinar a produção de gás proveniente do conteúdo ruminal para posterior correção da produção líquida de gases. Os demais 120 frascos corresponderam a doze repetições por inóculo (ovino e bovino) para cada tratamento (CON, ENZ, LIS, LYP e MET), com nove réplicas, correspondentes aos tempos 3, 6, 9, 12, 16, 24, 32, 48 e 72 horas pós-incubação.

As leituras de pressão foram realizadas 3, 6, 9, 12, 16, 24, 32, 48 e 72 horas após a incubação, por meio de um transdutor de pressão modelo Press Data. O transdutor é conectado a uma válvula de três saídas, sendo uma saída ligada ao transdutor; outra a uma agulha 25 mm x 0,7 mm e a terceira livre para remoção do gás após a leitura.

Os dados de pressão obtidos em Psi foram transformados em volume de gás produzido por meio da equação encontrada por GUIMARÃES JÚNIOR et al. (2008), para as condições de temperatura e pressão atmosférica de Planaltina - DF:  $\text{Volume (mL)} = 4,50231 \times \text{pressão (Psi)} + 0,05164 \times \text{pressão}^2$  ( $R^2 = 0,996$ ).

A cinética de produção de gases em cada tratamento foi determinada segundo a equação  $Y = A \{1 - \exp[-b(t - L) - c(\sqrt{t} - \sqrt{L})]\}$ , em que, Y = produção cumulativa de gases (mL); A = potencial máximo de produção de gases (mL); L = tempo de colonização ou *lag time* (horas); b ( $\text{h}^{-1}$ ) e c ( $\text{h}^{-0,5}$ ) = taxas fracionais constantes e t = tempo (horas), do modelo descrito por FRANCE et al. (1993).

O delineamento utilizado na degradabilidade *in vitro* foi em blocos inteiramente casualizados, onde cada jarro se constitui uma repetição. Na análise estatística as frações da degradabilidade *in vitro* foram comparadas através do teste F a 5% de significância e as curvas obtidas foram analisadas pelo teste de identidade de modelos (REGAZZI, 2003) com o auxílio do programa estatístico R (R, Development Core Team, 2012).

O delineamento experimental utilizado na produção de gases foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5 x 2, com os fatores representados pelos substratos (CON, ENZ, LIS, LYP e MET) e inóculos (ovino

e bovino). Os dados referentes à produção cumulativa de gases foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância através do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e os parâmetros utilizados para cálculo da degradabilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) estão demonstrados na Tabela 6. A fração a, que representa a fração de rápida degradação ruminal, foi menor ( $P < 0,05$ ) para MET, quando comparada aos tratamentos CON e LYP. Em relação à fração b, que representa a fração potencialmente degradável no rúmen, o maior ( $P < 0,05$ ) resultado foi para LIS, seguido por LYP, MET e CON. O tratamento ENZ obteve o menor ( $P < 0,05$ ) valor para esta fração, mas não diferiu do CON. A taxa horária de degradação (c) da fração b não diferiu ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos.

TABELA 6 – Degradabilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das dietas experimentais

| Parâmetros       | Tratamentos         |                     |                     |                     |                     |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                  | Controle            | Metionina           | Enzima              | Lisina              | Lisofosfolípídeo    |
| Fração a (%)     | 14,05 <sup>a</sup>  | 7,67 <sup>b</sup>   | 12,66 <sup>ab</sup> | 13,33 <sup>ab</sup> | 15,96 <sup>a</sup>  |
| Fração b (%)     | 45,50 <sup>bc</sup> | 48,01 <sup>b</sup>  | 37,50 <sup>c</sup>  | 71,14 <sup>a</sup>  | 56,68 <sup>b</sup>  |
| Fração c         | 0,0281 <sup>a</sup> | 0,0489 <sup>a</sup> | 0,0479 <sup>a</sup> | 0,0233 <sup>a</sup> | 0,0264 <sup>a</sup> |
| DE (kp=2%)       | 40,62               | 41,74               | 39,12               | 51,59               | 48,22               |
| DE (kp=5%)       | 30,41               | 31,41               | 31,01               | 35,93               | 35,56               |
| DE (kp=8%)       | 25,87               | 25,88               | 26,71               | 29,37               | 30,03               |
| Lag time (horas) | 3,24                | 2,69                | 2,10                | 2,36                | 0,03                |
| FI (%)           | 40,46               | 44,32               | 49,84               | 15,51               | 27,36               |
| DP (%)           | 59,54               | 55,68               | 50,16               | 84,49               | 72,64               |

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste F ( $P < 0,05$ )

Cada curva de degradação estimada a partir da equação de ORSKOV & MCDONALD (1979) se constitui um modelo, ou seja, uma equação de regressão não linear ajustada para determinado tratamento. Através do teste de identidade de modelos descrito por REGAZZI (2003) é possível comparar os parâmetros e as regressões deste modelo pelo teste F, possibilitando dizer se há ou não semelhança no perfil das regressões. As comparações acontecem aos pares. As comparações entre os parâmetros a, b e c e dos modelos são apresentados na Tabela 7.

TABELA 7 – Teste de identidade de modelos comparando aos pares as frações e as curvas de degradabilidade *in vitro*, com seus respectivos valores de probabilidade

| Comparação | Frações |       |    | Identidade de modelos |
|------------|---------|-------|----|-----------------------|
|            | a       | b     | c  |                       |
| CON x ENZ  | ns*     | ns    | ns | ns                    |
| CON x LIS  | ns      | 0,022 | ns | <0,001                |
| CON x LYP  | ns      | ns    | ns | <0,001                |
| CON x MET  | 0,022   | ns    | ns | 0,017                 |
| ENZ x LIS  | ns      | 0,007 | ns | <0,001                |
| ENZ x LYP  | ns      | 0,006 | ns | <0,001                |
| ENZ x MET  | ns      | 0,029 | ns | 0,014                 |
| LIS x LYP  | ns      | ns    | ns | ns                    |
| LIS x MET  | ns      | 0,011 | ns | 0,001                 |
| LYP x MET  | 0,004   | ns    | ns | 0,001                 |

\*Comparação entre médias e modelos não foram significativas no teste F (P<0,05)

O fato de uma fração ou todas as frações serem semelhantes entre tratamentos não implica necessariamente em modelos iguais. Pequenas diferenças nos valores das frações entre tratamentos podem não ser perceptíveis em testes estatísticos para comparação de médias. Entretanto podem modificar substancialmente o comportamento gráfico do modelo, pois as pequenas diferenças numéricas entre as frações dos tratamentos podem somar os seus efeitos. Sendo assim, testes de identidade de modelos são precisos em demonstrar as diferenças entre tratamentos, ao analisar todo o conjunto. As comparações CON x ENZ e LIS x LYP foram semelhantes ao serem testadas. Na Figura 5 se pode observar a semelhança visual entre as curvas traçadas a partir destes tratamentos.

Os tratamentos MET e LIS apresentaram maior (P<0,05) DIVMS do que CON. No entanto OBEIDAT et al. (2008) e ACOSTA et al. (2012) não verificaram diferenças na digestibilidade *in vivo* de dietas para ovinos adicionadas de MET, o que já havia sido verificado por outros autores (OKE et al., 1986; ANTONGIOVANNI et al., 2002). HAN et al. (1996) também não encontraram diferenças na degradabilidade *in vitro* de dietas para cordeiros adicionadas de LIS e análogos de MET, sendo o mesmo verificado por SUN et al. (2007).

SUN et al. (2007) observaram incremento na atividade das enzimas endo-1,4- $\beta$ -D-glucanase e  $\beta$ -glucosidase ao suplementarem LIS e MET. Estas enzimas são responsáveis pela degradação da fibra da dieta (BOWMAN & FIRKINS, 1993). Não se sabe como ocorre o efeito destes aminoácidos sobre a atividade dessas enzimas. Não se avaliou a degradabilidade da fibra, mas pode ser que o aumento observado na DIVMS dos tratamentos LIS e MET sejam devidos a uma maior degradação da porção fibrosa.

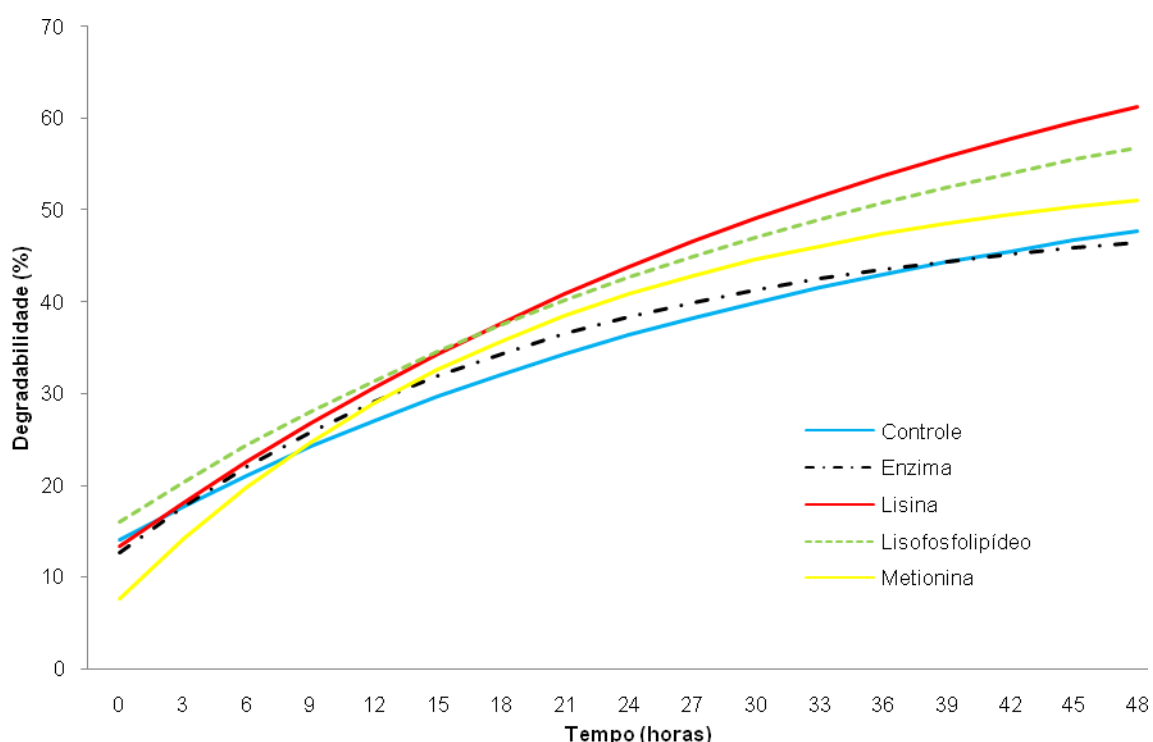


FIGURA 5 - Curva de degradação da MS das dietas experimentais pelos parâmetros ajustados de ORSKOV & MCDONALD (1979)

Não foi observada diferença na DIVMS entre ENZ e CON, concordando com ROJO RUBIO et al. (2005) que também não observaram aumento na DIVMS de dietas para cordeiros adicionadas com amilase proveniente de *Bacillus licheniformis* ou *Aspergillus niger*. Entretanto CROSBY et al. (2006) observaram incremento de 8,9% na digestibilidade *in vivo* de dietas para cordeiros adicionadas de diferentes doses de amilases de *Bacillus licheniformis*.

Foi observado incremento na DIVMS com a adição de LYP em relação ao CON, concordando com os autores a seguir. CONG et al. (2009)

observaram incremento na DIVMS utilizando três diferentes surfactantes. A adição de surfactante em dietas também incrementou a degradabilidade *in situ* do amido e da MS (HRISTOV et al., 2007). Segundo PIRES (2011) a inclusão de 0,06% de lisofosfolípídeos (Lysoforte Booster Dry<sup>®</sup>, Kemin) na dieta de novilhos Nelore confinados incrementou a DIVMS em 11,4%.

Os parâmetros estimados através do modelo de produção de gases de FRANCE et al. (1993) estão demonstrados na Tabela 8.

TABELA 8 - Potencial máximo de produção de gases (A), tempo de colonização ou *lag time* (L) e taxas fracionais constantes (b e c) calculados para diferentes substratos em líquido ruminal bovino e ovino

| Tratamentos | A (mL/gMS) |        | b (h <sup>-1</sup> ) |        | c (h <sup>-0,5</sup> ) |         | L (h)  |        |
|-------------|------------|--------|----------------------|--------|------------------------|---------|--------|--------|
|             | Ovino      | Bovino | Ovino                | Bovino | Ovino                  | Bovino  | Ovino  | Bovino |
| CON         | 212,8      | 192,0  | 0,0300               | 0,0280 | -0,0769                | -0,0801 | 1,6461 | 2,0372 |
| ENZ         | 194,6      | 258,2  | 0,0292               | 0,0162 | -0,0741                | -0,0349 | 1,6132 | 1,1655 |
| LIS         | 217,1      | 248,7  | 0,0322               | 0,0182 | -0,1154                | -0,0547 | 3,2115 | 2,2665 |
| LYP         | 173,7      | 184,2  | 0,0427               | 0,0320 | -0,1502                | -0,1195 | 3,0947 | 3,4837 |
| MET         | 150,7      | 162,0  | 0,0449               | 0,0437 | -0,1501                | -0,1800 | 2,7931 | 4,2357 |

As médias para a produção cumulativa de gases para os tratamentos CON, ENZ, LIS, LYP e MET incubados com inóculo bovino ou ovino em diferentes tempos estão demonstrados na Tabela 9.

Nos tempos de incubação de 24 e 48 h houve diferenças significativas na produção de gases entre os inóculos, sendo que com inóculo ovino houve maior produção de gases. No entanto não houve diferença significativa no tempo de 72 h. O ovino doador de líquido ruminal recebeu dieta com maior teor de carboidratos não fibrosos que o doador bovino. Assim pode ser que a microbiota do ovino estava mais apta a digerir carboidratos não fibrosos do que do bovino, justificando a maior produção de gases inicial. No entanto com o passar do tempo a microbiota presente no líquido ruminal bovino pode ter se adaptado ao substrato ou a própria microbiota presente conseguiu digerir o substrato que ainda não havia sido fermentado, resultando numa produção final similar em ambos os inóculos.

BUENO et al. (2005) compararam o uso de inóculo bovino e ovino na produção de gases de vários substratos e encontraram maior produção de

gases em inóculo bovino 345,9 mL do que em ovino 323,8 mL, por grama de matéria orgânica, após 96 h de incubação.

Com 24 h de fermentação CON produziu mais gases do que LIS, LYP e MET, mas foi similar a ENZ no inóculo ovino. Mas com inóculo bovino CON e ENZ foram superiores ( $P < 0,05$ ) a LIS e similar aos demais tratamentos. Após 48 h e 72 h de fermentação CON foi superior a MET, mas similar aos demais tratamentos em inóculo ovino, não havendo diferenças entre tratamentos com inóculo bovino para estes tempos. Ao analisarmos somente os tratamentos, independentemente da fonte do inóculo, houve diferenças somente no tempo de 24 h, onde CON e ENZ foram superiores aos demais tratamentos.

TABELA 9 - Médias da Produção Cumulativa de Gases (mL/gMS) com 24, 48 e 72 horas de fermentação em filtrado ruminal bovino e ovino

| Tratamento | 24h                  |                      |                    | 48h                   |                      |                     | 72h                   |                      |                     |
|------------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
|            | Ovino                | Bovino               | Média              | Ovino                 | Bovino               | Média               | Ovino                 | Bovino               | Média               |
| CON        | 69,21 <sup>aA</sup>  | 53,96 <sup>bA</sup>  | 61,59 <sup>A</sup> | 131,06 <sup>aA</sup>  | 108,42 <sup>bA</sup> | 119,74 <sup>A</sup> | 168,87 <sup>aA</sup>  | 144,81 <sup>aA</sup> | 156,84 <sup>A</sup> |
| ENZ        | 61,79 <sup>aAB</sup> | 53,77 <sup>bA</sup>  | 57,78 <sup>A</sup> | 116,60 <sup>aAB</sup> | 106,22 <sup>aA</sup> | 111,41 <sup>A</sup> | 152,27 <sup>aAB</sup> | 152,10 <sup>aA</sup> | 152,18 <sup>A</sup> |
| LIS        | 57,86 <sup>aB</sup>  | 45,59 <sup>bB</sup>  | 51,73 <sup>B</sup> | 124,77 <sup>aAB</sup> | 102,15 <sup>bA</sup> | 113,46 <sup>A</sup> | 165,76 <sup>aAB</sup> | 146,20 <sup>aA</sup> | 155,98 <sup>A</sup> |
| LYP        | 57,09 <sup>aB</sup>  | 46,89 <sup>bAB</sup> | 51,99 <sup>B</sup> | 119,69 <sup>aAB</sup> | 103,63 <sup>bA</sup> | 111,66 <sup>A</sup> | 147,37 <sup>aAB</sup> | 139,08 <sup>aA</sup> | 143,22 <sup>A</sup> |
| MET        | 56,00 <sup>aB</sup>  | 46,23 <sup>bAB</sup> | 51,11 <sup>B</sup> | 110,99 <sup>aB</sup>  | 106,53 <sup>aA</sup> | 108,76 <sup>A</sup> | 131,29 <sup>aB</sup>  | 134,34 <sup>aA</sup> | 132,82 <sup>A</sup> |
| Média      | 60,39 <sup>a</sup>   | 49,29 <sup>b</sup>   |                    | 120,62 <sup>a</sup>   | 105,39 <sup>b</sup>  |                     | 153,11 <sup>a</sup>   | 143,31 <sup>a</sup>  |                     |
| CV         |                      | 12,16                |                    |                       | 14,43                |                     |                       | 15,85                |                     |
| P1*        |                      | <0,001               |                    |                       | <0,001               |                     |                       | 0,1125               |                     |
| P2**       |                      | <0,001               |                    |                       | 0,2577               |                     |                       | 0,0751               |                     |
| P3***      |                      | 0,4128               |                    |                       | 0,3098               |                     |                       | 0,5604               |                     |

Médias seguidas de letras distintas minúsculas nas linhas ou maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Valores de probabilidade da análise de variância para inóculos (\*), tratamentos (\*\*) e interação (\*\*\*).

WANG et al. (2004) não observaram diferenças no volume de gás produzido em dietas para bovinos adicionadas de um surfactante não iônico. Para este mesmo produto foi observado diminuição da produção cumulativa de gases para grãos de cevada (*Hordeum vulgare*) após 36 h de incubação, quando adicionado na concentração de 0,10%, sendo que na proporção de 0,05% não houve diferença em relação ao controle (LEE & HA, 2003). Contudo neste mesmo trabalho não foi observado diferença na produção de gases após 96 h de incubação para feno de *Orchardgrass* (*Dactylis glomerata* L.). Entretanto CONG et al. (2009) observaram incremento na produção de gases com a adição três diferentes surfactantes.

As curvas de produção de gases estão ilustradas na Figura 6.

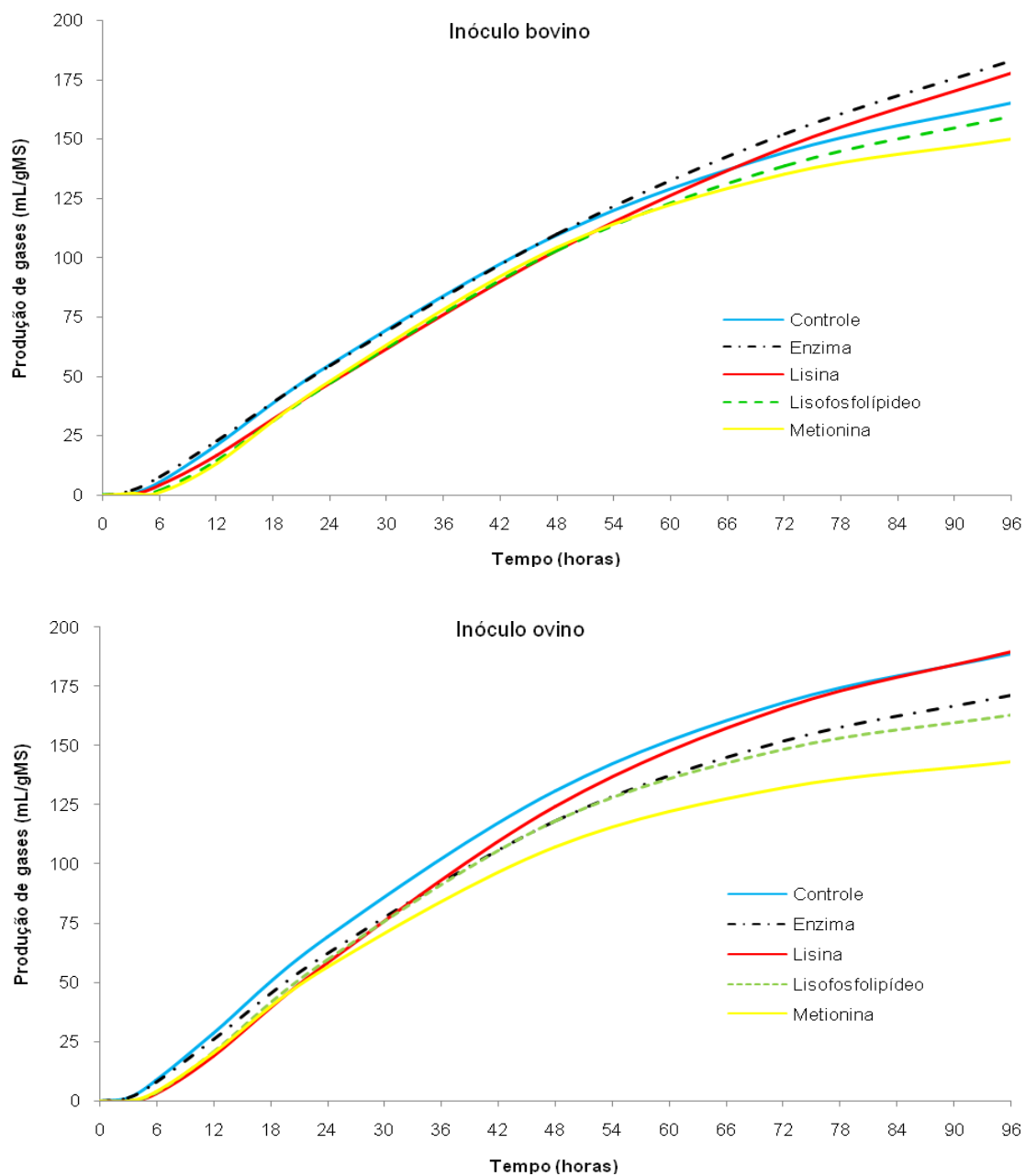


FIGURA 6 - Produção cumulativa de gases durante 96 horas de processo fermentativo em inóculo bovino ou ovino ajustada ao modelo de FRANCE et al. (1993)

Os tratamentos apresentaram diferentes comportamentos em relação à produção de gases em cada inóculo. No entanto MET e LYP em ambos inóculos representaram as curvas com menores valores de produção de gases visualmente.

## 4 CONCLUSÃO

A inclusão de lisofosfolípídeo aumenta a degradabilidade *in vitro* da matéria seca de dietas de alto concentrado para terminação de cordeiros, sendo que a adição de metionina protegida diminui esta variável. A produção de gases é maior em inóculo ovino até 48 horas de fermentação. A adição de enzima amilolítica incrementa a produção de gases até 24 horas de fermentação.

## REFERÊNCIAS

1. ACOSTA, E. S.; CERRILLA, M. E. O.; MARTÍNEZ, G. M.; VALDEZ, O. D. M.; DIOS, S. E. B. Rastrojo de maíz tratado con urea y metionina protegida en dietas para ovinos en crecimiento. **Interciencia**, Caracas, v. 37, n. 5, p. 395-399, 2012.
2. ANTONGIOVANNI, M; ACCIAIOLI, A.; FRANCI, O.; PONZETTA, M. P.; PUGLIESE, C.; BUCCIONI, A.; BADI, M. Field bean (*Vicia faba* var. minor) as a protein feed for growing lambs with and without protected lysine and methionine supplementation. **Italian Journal of Animal Science**, Bologna, v. 1, n. 3, p. 229-238, 2002.
3. BEUVINK, J. M. W.; SPOELSTRA, S.F. Interactions between substrate, fermentation end-products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms in vitro. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 37, p. 505-509, 1992.
4. BLÜMMEL, M; MAKKAR, H. P. S., BECKER, K. In vitro gas production: a technique revisited. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 77, p. 24-34, 1997.
5. BOWMAN, J. G. P.; FIRKINS, J. L. Effects of forage species and particle size on bacterial cellulolytic activity and colonization in situ. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 1623–1633, 1993.
6. BUENO, I. C. s.; CABRAL FILHO, S. L. S.; GOBBO, S. P.; LOUVANDINI, H.; VITTI, D. M. S. S.; ABDALLA, A. L. Influence of inoculum source in a gas production method. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 123–124, p. 95–105, 2005.
7. CONG, Z. H.; TANG, S. X.; TAN, Z. L.; SUN, Z. H.; ZHOU, C. S.; HAN, X. F.; WANG, M.; REN, G. P. Effects of different nonionic surfactants on in vitro fermentation characteristics of cereal straws. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 1085-1096, 2009.
8. CROSBY, M. M.; MENDOZA, G. D.; MELGOZA, L. M.; BÁRCENA, R.; PLATA, F.X.; ARANDA, E.M. Effects of *Bacillus licheniformis* amylase on starch digestibility and sheep performance. **Journal of Applied Animal Research**, Izatnagar, v.30, p. 133-136, 2006.
9. FRANCE, J.; DHANOA, M. S.; THEODOROU, M. K.; LISTER, S. J.; DAVIES, D. R.; ISAC, D. A model to interpret gas accumulation profiles associated with in vitro degradation of ruminant feeds. **Journal of Theoretical Biology**, London, v. 163, p. 99-111, 1993.
10. GUIMARÃES JÚNIOR, R.; CABRAL FILHO, S. L. S.; FERNANDES, F. D.; VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B. **Relação entre pressão e volume para implantação da técnica in vitro semi-automática de produção de**

**gases na Embrapa Cerrados**. Planaltina - DF: EMBRAPA CERRADOS, 2008. 8 p. (Comunicado Técnico, 144).

11. HAN, I. K.; HA, J. K.; LEE, S. S.; KO, Y. G.; LEE, H. S. Effect of supplementing rumen-protected lysine and methionine on ruminal characteristics and nutrient digestibility in sheep. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 9, n. 2, p. 223-229, 1996.
12. HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* matter digestibility for ten feeds. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 2, n. 8, p. 1791-1794, 1999.
13. HRISTOV, A. N.; ZAMAN, S.; VANDERPOL, M.; SZASZ, P.; HUBER, K.; GREER, D. Effect of a saponin-based surfactant and aging time on ruminal degradability of flaked corn grain dry matter and starch. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 1459-1466, 2007.
14. LEE, S. S.; HA, J. K. Influences of surfactant Tween 80 on the gas production, cellulose digestion and enzymes activities by mixed rumen microorganisms. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 16, n. 8, p. 1151-1157, 2003.
15. KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos Ruminantes**. Santa Maria: UFSM, 2002. 140 p.
16. LANA, R. P.; RUSSELL, J. B.; VAN AMBURGH, M. E. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. **Journal of Animal Science**, Amsterdam, v. 76, p. 2190-2196, 1998.
17. MAURICIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S.; OWEN, E.; CHANNA, K. S.; THEODOROU, M. K. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 79, n. 4, p. 321-330, 1999.
18. MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, Amsterdam, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, 1987.
19. MILLER, G. L. Use of Dinitrosalicylic Acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.
20. MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VALADARES FILHO, S. C.; CABRAL, L. S.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; MORAES, K. A. K. Associação de diferentes fontes energéticas e protéicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 914-920, 2006.
21. OBEIDAT, B. S.; ABDULLAH, A. Y.; AWAWDEH, M. S.; KRIDL, R. T.; TITI, H. H.; QUDSIEH, R. I. Effect of methionine supplementation on

performance and carcass characteristics of Awassi ram lambs fed finishing diets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 21, n. 6, p. 831-837, 2008.

22. OKE, B. O.; LOERCH, S. C.; DEETZ, L. E. Effects of rumen-protected methionine and lysine on ruminant performance and nutrient metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, p. 1101-1112, 1986.

23. ORSKOV, E. R. & McDONALD, P. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, Toronto, v. 92, p. 499-503, 1979.

24. ORSKOV, E. R.; HOVELL, F. D. B.; MOULD, F. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. **Tropical Animal Production**, v. 5, n.3, p. 195-213, 1980.

25. PIRES, M. A. **Utilização de aditivos na alimentação de bovinos confinados: desempenho, degradabilidade in vitro, extrato etéreo e pH fecal**. 2011. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

26. R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. 2012. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acessado em: 16 de fevereiro 2013.

27. REGAZZI, A. J. Teste para identificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não linear. **Revista Ceres**, Viçosa v. 50, n. 287, p. 9-26, 2003.

28. ROJO RUBIO, R.; MENDOZA, G. D.; GONZALEZ, S. S.; LANDOIS, L.; BARCENA, R.; CROSBY, M. M. Effects of exogenous amylases from *Bacillus licheniformis* and *Aspergillus niger* on ruminal starch digestion and lamb performance. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 124, p. 655–665, 2005.

29. SUN, Z. H.; TAN, Z. L.; LIU, S. M.; TAYO, G. O.; LIN, B.; TENG, B.; TANG, S. X.; WANG, W. J.; LIAO, Y. P.; PAN, Y. F.; WANG, J. R.; ZHAO, X. G.; HU, Y. Effects of dietary methionine and lysine sources on nutrient digestion, nitrogen utilization, and duodenal amino acid flow in growing goats. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 12, p. 3340-3347, 2007.

30. THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; McALLAN, A. B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminal feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 48, p. 185-197, 1994.

31. TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, Aberystwyth, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.
32. WANG, Y.; ALEXANDER, T. W.; McALLISTER, A. T. In vitro effects of Monensin and Tween 80 on ruminal fermentation of barley grain:barley silage-based diets for beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 116, p. 197–209, 2004.