

JOSÉ CARDOSO DE ARAUJO NETO

AVALIAÇÃO *IN VITRO* E *IN VIVO* DO GRÃO DE SOJA NA DIETA DE OVINOS

TERESINA, 2009

JOSÉ CARDOSO DE ARAUJO NETO

AVALIAÇÃO *IN VITRO* E *IN VIVO* DO GRÃO DE SOJA NA DIETA DE OVINOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientadora: Profa. Dra. Vânia Rodrigues Vasconcelos

TERESINA, 2009

AVALIAÇÃO *IN VITRO* E *IN VIVO* DO GRÃO DE SOJA NA DIETA DE OVINOS

José Cardoso de Araujo Neto

Dissertação aprovada em: 28/01/2009

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Vânia Rodrigues Vasconcelos – CCA/UFPI
Orientadora

Prof. Dr. Adibe Luiz Abdalla – CENA/USP
Examinador Externo

Dr. Hoston Tomás Santos do Nascimento – Embrapa Meio-Norte
Examinador Externo

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco

A663a Araujo Neto, José Cardoso.
Avaliação *in vitro* e *in vivo* do grão de soja na dieta de ovinos [manuscrito] / José Cardoso de Araujo Neto. – 2009. 44 f.

Impresso por computador (printout).
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2009.
“Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vânia Rodrigues Vasconcelos”.

1. Ovinos – Alimentação. 2. Produção Animal – Nutrição.
3. Soja – Nutrição Animal. 4. Digestibilidade. 5. Soja – Análise de Desempenho. I. Título.

CDD 636.084

DEDICO

Essa dissertação é dedicada a todas as pessoas que me ajudaram com pensamentos ou com braços, levantando um carneiro ou apenas assoprando uma poeira, sem todas essas ajudas seria impossível a elaboração dessa obra. Muito obrigado.

Aos meus pais, Pedro Cardoso e Maria Antônia, pelos ensinamentos paternos e maternos, ensinamentos que nem sempre são compreendidos, mas sempre bem intencionados.

Ao meu irmão, João Paulo, pela fidelidade da amizade.

A minha namorada, Karina, pela paciência, companheirismo e pela dedicação em me ajudar em todos os momentos.

Aos meus tios, José Maria e Fransquinha, por me acolher como um filho durante a realização da dissertação.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Piauí, ao CENA e ao CNPq, por terem proporcionado condições para realização desta pesquisa.

À Profa. Dra. Vânia Rodrigues Vasconcelos, pela sua orientação, apoio e incentivo durante todos esses anos em que me orientou e que ainda vai me orientar.

Ao Prof. Dr. Adibe Luiz Abdalla, por possibilitar a realização do meu experimento no CENA e pelo auxílio científico. Acrescentando também o prazer em tê-lo em minha banca de defesa.

Ao Dr. Hoston Tomás, por aceitar o convite de participar da banca examinadora da minha dissertação.

Ao Dr. Arnaud Alves e Dr. Ives Cláudio, por terem me ajudado com conhecimentos científicos sempre que solicitados.

Aos colegas colaboradores de pesquisa, alunos do curso de Medicina Veterinária, Cauê, Fábio, Bruno, Tibério, pelo voluntarioso apoio nas atividades de pesquisa.

À Karina, minha namorada, pela colaboração em todos os momentos dessa dissertação.

Ao Manoel e Lindomar, técnicos do LANA/UFPI, por terem me auxiliado nas análises do experimento.

Ao Lécio e à Regina, técnicos do LANA/CENA, por terem me auxiliado nas análises do experimento.

Ao Pedro Cardoso (meu pai) por emprestar os 22 ovinos utilizados no experimento.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram na realização dessa dissertação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1 Introdução.....	9
1.1 Lipídios na alimentação de ruminantes.....	10
1.2 Produção de metano pelos ruminantes.....	11
2 Capítulo 1	
Cinética fermentativa de dietas contendo distintos produtos da soja.....	13
Resumo.....	13
Abstract	14
Introdução.....	15
Material e Métodos.....	16
Resultados e Discussão.....	20
Conclusões.....	24
Referências Bibliográficas.....	25
3 Capítulo 2	
Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo distintos produtos da soja.....	28
Resumo.....	28
Abstract	29
Introdução.....	30
Material e Métodos.....	31
Resultados e Discussão.....	34
Conclusões.....	38
Referências Bibliográficas.....	38
4 Considerações Finais.....	41
5 Referências Bibliográficas da Introdução.....	42

RESUMO

Objetivou-se com o trabalho determinar a digestibilidade e o desempenho de ovinos alimentados com quatro dietas isoprotéicas e isoenergéticas contendo leite de soja, grão de soja ou grão de soja extrusado como substitutos do farelo de soja e avaliar parâmetros de fermentação das dietas e dos ingredientes que as compõem. Para determinar os parâmetros cinéticos de fermentação foi utilizado a técnica *in vitro* de produção de gases e os gases produzidos foram colhidos em tubos de “vacutainer” para posterior determinação de metano. O ensaio de desempenho e digestibilidade foi realizado com 22 ovinos Santa Inês. A produção total de gases da soja extrusada foi inferior ($p < 0,05$) ao encontrado para o farelo de soja. A dieta controle (DCON) teve maior produção de gases e maior proporção de metano ($p < 0,05$) quando comparado à dieta soja extrusada e dieta leite de soja. Não houve diferença ($p > 0,05$) no peso vivo dos animais e na conversão alimentar entre as dietas experimentais, mas para o ganho de peso diário a dieta grão de soja foi inferior ($p < 0,05$) à DCON, esta proporcionou maior consumo de matéria seca ($p < 0,05$) em comparação com as demais dietas, mas proporcionando menor consumo de extrato etéreo (EE) ($p < 0,05$). Apenas a digestão do EE foi influenciada positivamente ($p < 0,05$) nas dietas ricas em lipídios, enquanto a digestibilidade dos outros nutrientes permaneceram semelhantes ($p > 0,05$). Conclui-se com o trabalho que o grão de soja e suas formas processadas podem substituir o farelo de soja na alimentação de ovinos com tendência de diminuir a produção de metano no rúmen.

Palavras-chave: Ovinos – Alimentação. Produção Animal – Nutrição. Soja – Nutrição Animal. Digestibilidade. Soja – Análise de Desempenho.

ABSTRACT

It was aimed with the work to determine the digestibility and the performance of lamb fed with four diets with equal energetic and protein values containing soy milk, soybean or extruded soybean as substitutes of soybean meal and to evaluate kinetic parameters of fermentation of the diets and of the ingredients that compose them. To determine the kinetic parameters of fermentation it used an in vitro gas production technique and the produced gasses were picked in “vacutainer” tubes for subsequent determination of methane. The animal performance and the digestibility experiment were accomplished with Santa Inês (n=22). The total gasses production (GP) of the extruded soy were lower ($p<0.05$) then the soybean meal. The control diet had higher GP and higher proportion of methane ($p<0.05$) when compared to the extrude soy diet and soy milk diet. There was not difference ($p>0.05$) in the animals live weight and in the feed conversion among the experimental diets, but for the daily weight gain the soybean diet was lower ($p<0.05$) then the control diet, which provided higher dry matter consumption ($p<0.05$) in comparison with the other diets, but it provided lower ether extract (EE) consumption ($p < 0.05$). Only the EE digestion was positively influenced ($p<0.05$) in the diets rich in lipids, while the other nutrients digestibility remained similar ($p>0.05$). The conclusion of the work was that the soybean and their processed forms can substitute the soybean meal in lamb feeding with tendency of reducing the production of methane in the rumen.

Key-words: Sheep – Feeding. Animal Production – Nutrition. Soybean – Animal Nutrition. Digestibility. Soybean – Performance Analysis.

1 Introdução

A alimentação de ovinos de alto potencial genético para ganho de peso exige elevada quantidade de nutrientes para que o animal possa exteriorizar seu potencial, necessitando assim de dietas com elevada densidade de nutrientes.

A adição de gordura é uma alternativa para elevar o nível energético da dieta, sem aumentar a ingestão de carboidratos não estruturais e sem diminuir a ingestão de fibra. Assim, a substituição de cereais por gordura é uma maneira de incrementar a densidade energética com menos impacto no conteúdo de fibra oferecida aos animais.

Dentre as vantagens com a utilização dos lipídios na alimentação animal pode-se destacar o aumento na eficiência alimentar (EIFERT et al., 2006), na digestibilidade da proteína e diminuição da desaminação das proteínas no rúmen, menor variação do pH ruminal e menor acidez (LANA et al., 2005), melhor desempenho dos animais (EL-MEMARI NETO et al., 2003) e maior incremento na quantidade de óleos insaturados no leite com diminuição dos óleos saturados (EIFERT et al., 2006).

Os ácidos graxos são considerados essenciais quando o animal não consegue sintetizá-lo em quantidade suficiente para suas exigências e, com isso, há necessidade de adicioná-los na dieta. Os ácidos linoléico e linolênico são ácidos graxos insaturados e essenciais (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2006).

A adição de óleos essenciais na dieta humana pode inibir o desenvolvimento de câncer, da arteriosclerose, inibir perdas metabólicas causadas pelo sistema imune ou até mesmo reduzir a gordura do corpo (BELURY, 2002); justificando a importância da adição de óleos insaturados na alimentação de humanos que pode ser feito, indiretamente, adicionando óleos insaturados nas dietas de animais.

Ensaio *in vivo* envolvendo produção animal e digestibilidade são os métodos mais adequados para determinar o valor nutricional dos alimentos utilizado na nutrição dos ruminantes, mas o alto custo limita seu uso. Entretanto, a técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases possibilita a estimativa dos valores de digestibilidade aparente *in vivo* (MAURÍCIO et al., 2003), mas não é capaz de considerar as condições comportamentais dos animais. Isso pode ser minimizado utilizando a técnica *in vitro* para avaliar a cinética de fermentação e o ensaio *in vivo* para avaliar o desempenho dos animais.

1.1 Lipídios na alimentação de ruminantes

O grão de soja é uma oleaginosa com um teor de lipídios em torno de 20% da matéria seca, o elevado teor desse nutriente pode limitar o uso desse alimento na dieta de ruminantes, pois dietas com mais de 6% de lipídios pode interferir na digestibilidade (NRC, 2007).

O óleo pode ter efeito associativo positivo com o amido proporcionando melhor ganho de peso dos animais e maior lucro, mesmo possuindo uma menor taxa de degradação (EL-MEMARI NETO et al. 2003). Interfere também na seleção do alimento aumentando o consumo de concentrado e inibindo o consumo de volumoso (REDDY et al., 2003).

Ao adicionar grão de soja na dieta de cordeiros em confinamento Urano et al. (2006) observaram que o ganho de peso diário e o consumo diário de matéria seca diminuí proporcionalmente ao incremento do grão na dieta. Enquanto Yamamoto et al. (2005), alimentando cordeiros com 3% de óleo de soja, não observaram diferença no desempenho dos animais quanto à ingestão de matéria seca, conversão alimentar, ganho de peso e nem quanto às digestibilidades da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e dos carboidratos não-fibrosos em comparação com a dieta sem adição de óleo.

A não existência de diferença sobre a digestibilidade total da FDA ao adicionar óleo indica que a população microbiana gram-positiva é pouco modificada (EIFERT et al., 2006); permitindo que sementes de oleaginosas sejam utilizadas na suplementação de ruminantes a pasto e proporcionando melhor desempenho aos animais (EL-MEMARI NETO et al., 2003).

A adição de grandes quantidades de carboidratos rapidamente fermentescíveis pode provocar diminuição brusca do pH, provocando assim acidose. Como tentativa de diminuir a acidose pode-se adicionar óleo de soja na dieta, pois com sua adição pode-se observar aumento do pH, redução do percentual de acetato e da relação acetato:propionato e aumento do percentual de propionato (LANA et al., 2005).

Os microrganismos ruminais têm a capacidade de desaminar proteína dietética em amônia, que é utilizada na síntese de proteína microbiana. O excesso de amônia produzida é absorvido pelo organismo animal e metabolizado em uréia, provocando assim perda de proteína da dieta. A adição de óleos essenciais na dieta pode diminuir a desaminação (WOODS et al., 1999), melhorar a digestibilidade da proteína e provocar menor acidez no rúmen (LANA et al., 2005).

A quantidade de ácido graxo que passa pelo rúmen sem sofrer biohidrogenação aumenta com sua maior ingestão (GULATI; ASHES; SCOTT, 1999), com o aquecimento ou outros processamentos como a formação de complexos de ácidos graxos com sais de cálcio (GULATI; SCOTT; ASHES, 1997).

A maior quantidade de ácido graxo insaturado que passa para o intestino aumenta a proporção de lipídio absorvido. Isso ocorre porque os lipídios insaturados têm sua passagem facilitada pela camada de água inerte que é associada às microvilosidades intestinais e também à membrana lipídica não-polar das células intestinais (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2006).

Animais alimentados com óleo protegido e não protegido podem ter desempenho semelhante e mesmas características de carcaça em relação a animais alimentados sem adição de óleo (AFERRI et al., 2005); possibilitando assim o uso de óleos protegidos ou não na alimentação de ruminantes.

A adição de óleos na dieta de ruminantes é uma alternativa para melhorar o desempenho desses animais e para confirmar seu uso mais estudos devem ser realizados com o intuito de avaliar tanto o desempenho como o mecanismo de utilização desses nutrientes.

1.2 Produção de metano pelos ruminantes

O metano é um gás inodoro, incolor, com uma molécula tetraédrica e apolar, de pouca solubilidade na água e quando misturado ao ar se transforma em mistura de alto teor explosivo. É um gás que tem a capacidade de reagir com a camada de ozônio formando gases mais leves, pois tem capacidade de se ligar com radicais livre de oxigênio na atmosfera.

A produção de metano pelos ruminantes não traz apenas prejuízos ambientais, como também prejuízos financeiros, já que a produção de metano entérico pode ser considerada como um desperdício de energia da ordem de 3-10% da energia bruta ingerida (LASSEY et al., 2003). A utilização de lipídios na alimentação de ruminantes pode afetar a extensão, o tipo e o metabolismo dos microorganismos do rúmen (MACHMULLER et al., 1998), diminuindo a quantidade de metano produzido (SCHAUFF et al. 1992).

O processo de digestão que consiste na fermentação anaeróbica é o grande responsável pela emissão de metano provindo dos animais (LASSEY et al., 2003). A produção de metano, assim como a de propionato, serve como sumidouro de hidrogênio. Na ausência dessas substâncias os microrganismos poderiam ser prejudicados (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2006).

Portanto, a simples inibição da produção de metano não garante melhor aproveitamento energético pelo animal e nem pelos microrganismos (UNGERFELD et al., 2004).

A perda de metano possibilita ao animal maior estabilidade do pH ruminal, já que para a sua síntese é utilizado o hidrogênio livre no ambiente ruminal. A inibição completa da síntese de metano poderia provocar acidose ao animal, provocando assim, mais prejuízos que benefícios.

Além do metano o ácido propiônico possui a capacidade de incorporar hidrogênio, mas a concorrência por hidrogênio entre eles não parece ser o suficiente para interferir na produção de metano no rúmen, sendo o maior efeito provocado pela toxicidade do ácido propiônico às bactérias metanogênicas (UNGERFELD et al., 2004).

Alguns alimentos são capazes de interferir na produção de metano; Possenti et al. (2008) observaram menor produção de metano em dietas contendo leucena ou levedura; Lovett et al. (2003) observaram menor produção de metano em ovinos suplementados com óleo.

A produção de metano no rúmen é fortemente influenciada pela qualidade dos alimentos, diminuindo a produção de metano à medida que diminui o teor de fibra e aumenta o de energia, atendendo assim, às exigências energéticas dos animais com menor volume de matéria seca (Primavesi et al., 2004).

Objetivou-se com o trabalho determinar a digestibilidade e o desempenho de ovinos alimentados com quatro dietas isoprotéicas e isoenergéticas contendo leite de soja, grão de soja ou grão de soja extrusado como substitutos do farelo de soja e avaliar parâmetros cinéticos de fermentação das dietas e dos ingredientes que as compõem.

A dissertação foi dividida em dois capítulos, que serão enviados para publicação no periódico Pesquisa Agropecuária Brasileira.

2 Capítulo 1

Cinética fermentativa de dietas contendo distintos produtos da soja

José Cardoso de Araujo Neto⁽¹⁾, Vânia Rodrigues Vasconcelos⁽¹⁾, Adibe Luiz Abdalla⁽²⁾ e Ives Cláudio da Silva Bueno⁽³⁾

⁽¹⁾Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, CEP 64049-550, Teresina, PI. E-mail: cardosoaraujo@gmail.com, vania@ufpi.br. ⁽²⁾Centro de Energia Nuclear na Agricultura/USP, CEP: 13400-970, Piracicaba, SP. E-mail: abdalla@cena.usp.br. ⁽³⁾Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, CEP: 13400-970, Piracicaba, SP. E-mail: ives@apta.sp.gov.br.

Resumo – Objetivou-se com o trabalho determinar parâmetros de fermentação de ingredientes e de quatro dietas isoprotéicas e isoenergéticas contendo leite de soja, grão de soja ou grão de soja extrusado como substitutos do farelo de soja; e determinar a digestibilidade pós-ruminal das dietas. Para determinar os parâmetros de fermentação foi utilizado a técnica *in vitro* de produção de gases e os gases produzidos foram colhidos em tubos de vacutainer para posterior determinação de metano. Para determinar a digestibilidade pós-ruminal da proteína a porção das dietas que não foram degradadas após incubação por 16h foram tratadas com pepsina e pancreatina. A produção de gases da soja extrusada foi inferiores ($p < 0,05$) ao encontrado para o farelo de soja. A dieta controle teve maior produção de gases e maior proporção de metano ($p < 0,05$) quando comparado à dieta soja extrusada e dieta leite de soja. A degradação dos ingredientes e dietas sofreu pouca influencia dos lipídios, mas a produção de metano por amostra degradada foi influenciada pelos lipídios. Foi observado que a dieta com soja extrusada apresentou maior digestão enzimática da proteína ($p < 0,05$). Ingredientes e dietas contendo alto teor de extrato etéreo apresentaram uma tendência de diminuição na produção de metano no rúmen.

Termos para indexação: metano, degradação, produção de gases.

Kinetic fermentation from diets containing different products of soy

Abstract – It was aimed with the work to determine fermentation parameters from ingredients and from of four diets with equal energetic and protein values containing soy milk, soybean grains or extruded soybean as substitutes for soybean meal; and determine the intestinal digestion of proteins. To determine the kinetic parameters of fermentation was used an *in vitro* technique of gas production (GP) and the produced gasses were recovered in “vacutainer” tubes for subsequent determination of methane. To determine the *in vitro* intestinal digestion of proteins, the portion of diets which were not degraded in the rumen after an *in vitro* incubated for 16hs, it was treated with pepsin and pancreatin. The total gas production of the extruded soy were lower ($p < 0,05$) then soybean meal. The control diet had higher GP and higher proportion of methane ($p < 0,05$) when compared to the extrude soy diet and soy milk diet. The degradation of the ingredients and diets suffered little influences from lipids, but the methane production per degraded sample was influenced by the lipids. It was observed that the diet with extruded soy presented higher enzymatic digestion of the protein ($p < 0,05$). Ingredients and diets containing high level of ether extract had a decrease tendency in the production of methane in the rumen.

Index terms: methane, degradation, gas production.

Introdução

A nutrição animal visa melhoria no desempenho dos animais não esquecendo os problemas ambientais que os ruminantes podem causar, sendo, assim, interessante utilizar dietas com potencial de diminuir as excreções de metabólitos que poluem o ambiente. A excreção de compostos nitrogenados e de metano pelos animais é fato que não pode ser eliminado, mas pode-se tentar minimizar essas excreções fazendo o uso mais racional de alguns ingredientes.

Os microrganismos ruminais têm a capacidade de desaminar proteína dietética em amônia, que é utilizada na síntese de proteína microbiana. O excesso de amônia produzida é absorvido pelo organismo animal e metabolizado em uréia, provocando, assim, perda de proteína da dieta. A desaminação de dietas pode ser diminuída com a adição de óleos essenciais (Woods et al., 1999) e com o tratamento térmico (Maiga et al., 1996), melhorando a digestibilidade da proteína (Lana et al., 2005).

O processo de degradação ruminal, que consiste na fermentação anaeróbica dos ingredientes por microrganismos ruminais é o grande responsável pela emissão de metano provindo dos animais (Lassey et al., 2003). O metano é o segundo gás, em importância, que influencia no efeito estufa e o setor primário está entre os quatro setores mais produtores de metano (IPPC, 2008); os ruminantes são responsáveis por cerca de 30% desse metano (Global, 2008).

A soja é uma oleaginosa e seu grão é rico em lipídios e proteína, podendo ser utilizada na alimentação animal como fonte protéica de alta densidade energética. O grão de soja possui cerca de 40% de proteína bruta e 20% de lipídios. Os ácidos graxos insaturados, oléico, linoléico e linolênico, representam cerca de 80% dos ácidos graxos do grão (Teixeira et al., 1985).

O uso da técnica *in vitro* de produção de gases para avaliar alimentos ricos em lipídios, pois ela baseia-se na manipulação dos microorganismos ruminais simulando seu ambiente natural, o que possibilita seu crescimento e também a produção de seus metabólitos. Este metabolismo microbiano gera a produção de gases e promove a degradação do alimento incubado.

Objetivou-se com o trabalho determinar a digestibilidade pós-ruminal de quatro dietas isoprotéicas e isoenergéticas contendo leite de soja, grão de soja ou grão de soja extrusado como substitutos do farelo de soja e avaliar parâmetros fermentativos das dietas e dos ingredientes que as compõem.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (LANA – CENA/USP), em Piracicaba, SP.

O grão de soja foi adquirido de um produtor de soja na cidade de Piracuruca - PI que foi utilizado na forma *in natura* após moagem, na forma extrusada sendo beneficiado em fábrica de ração em Teresina - PI e na forma de leite de soja que foi feito artesanalmente. O farelo de soja, o grão de milho e o feno de Tifton 85 (*Cynodon* spp) foram adquiridos no comércio local de Teresina. Uma alíquota de 2 kg de cada ingrediente foi retirada para a realização das análises.

A determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) seguiram a AOAC (1995) e segundo Van Soest et al. (2001) para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) dos ingredientes (Tabela 1).

Tabela 1. Análise bromatológica (% com base na MS) dos ingredientes e das dietas experimentais.

Nutrientes	Milho	Feno	Farelo de soja	Grão de soja	Leite de soja	Soja extrusada	Premix ⁽²⁾
MS	89,01	91,02	90,36	91,5	93,56	96,7	98,96
PB	8,39	5,20	48,51	39,98	44,40	39,98	-
EE	2,18	1,48	1,13	22,27	22,40	21,28	-
FDN	14,76	67,26	12,43	16,51	19,85	22,10	-
FDA	3,63	37,13	7,6	11,29	17,71	9,66	-
MM	1,25	8,27	6,59	4,88	4,25	5,38	48,92
NDT ⁽¹⁾	88	59,83	84	93	93	93	-

MS – matéria seca; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDN – fibra insolúvel em detergente neutro; FDA – fibra insolúvel em detergente ácido; MM – matéria mineral; NDT – nutrientes digestíveis totais. ⁽¹⁾ – valores obtidos no NRC (2007). ⁽²⁾ Níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A 160000 UI, Vitamina D3 40000 UI, Vitamina E 520 UI, cálcio 210 g, fósforo 6 g, sódio 75 g, cloro 180 g, manganês 180 mg, zinco 180 mg, ferro 740 mg, cobalto 10 mg, iodo 24 mg e selênio 2,2 mg.

O leite de soja foi obtido misturando ao grão de soja moído água e depois aquecendo a mistura à 90°C durante 50 minutos, a proporção em quilograma de água e grão era de 9:1, respectivamente. A soja extrusada foi obtida depois do aquecimento úmido do grão de soja moído a 150°C por cinco segundos.

A composição das dietas encontra-se na Tabela 2. A dieta controle possuía baixo teor de EE, foi utilizado o farelo de soja (FS) como fonte protéica e nas demais dietas o farelo de soja foi substituído pelo grão de soja (GS), soja extrusada (SE) ou leite de soja (LS), dietas com alto teor de EE (Tabela 2). As dietas foram balanceadas para conter 79% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e 18,8% de PB, níveis de exigências conforme o NRC (2007) para borregos de 30 kg de peso vivo com ganho de peso diário de 250 g. Os ingredientes foram pré-secos em estufa de 60°C antes de serem misturados.

Tabela 2. Composição (% da MS) dos ingredientes da dieta controle (DCON), dieta grão de soja (DGS), dieta leite de soja (DLS) e dieta soja extrusada (DSE).

Ingredientes	DCON	DGS	DLS	DSE
Milho	45	34	34	34
Feno	25	30	27	30
Farelo de soja	29	5	5	-
Grão de soja	-	30	-	-
Leite de soja	-	-	33	-
Soja extrusada	-	-	-	30
Premix ¹	1	1	1	1
Composição				
MS	90,00	90,53	68,08	92,09
PB	19,14	18,83	18,98	18,80
EE	1,68	7,92	7,33	7,63
FDN	27,06	30,77	33,20	32,45
FDA	13,12	16,14	18,65	15,65
MM	4,71	5,19	5,12	5,34
NDT ¹	78,92	79,97	78,97	79,97

MS – matéria seca; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDN – fibra insolúvel em detergente neutro; FDA – fibra insolúvel em detergente ácido; MM – matéria mineral; NDT – nutrientes digestíveis totais. ⁽¹⁾ – valores obtidos nas tabelas do NRC (2007), com base nos ingredientes.

Os animais doadores do inóculo ruminal eram ovinos, da raça Santa Inês, adultos, castrados e com cânula ruminal. Os animais se alimentavam com feno de capim Tifton 85 à vontade e uma ração a base de milho e soja com 20% de PB (0,7 kg de ração/100 kg de peso vivo do animal).

A determinação da proteína digestível por enzimas (digestão pós-ruminal) foi realizada para as quatro dietas com dois inóculos ruminais diferentes, sendo que todas as dietas foram incubadas em duplicata em cada inóculo ruminal.

A digestibilidade da proteína pós-ruminal das dietas (Tabela 2) foi determinada conforme metodologia *in vitro* de Calsamiglia & Stern (1995). O resíduo da incubação *in vitro*, com inóculo ruminal por 16 h foi incubado por 1 h em 10 mL de HCl (0,1N) contendo 1 g / L de pepsina. Posteriormente, 13,5 ml de solução tampão de fosfato contendo 37,5 mg de pancreatina foram adicionados e o material incubado por 24 h a 38 °C. A proteína não digerida foi precipitada com ácido tri-cloro acético (3 ml) e o teor de proteína solúvel no

sobrenadante foi quantificado (AOAC, 1995). O resultado foi obtido da média da degradação e da digestão das amostras provenientes das incubações com os dois inóculos.

Durante o ensaio *in vitro* de produção de gases os ingredientes (Tabela 1) e as dietas (Tabela 2) foram incubados em duplicata com três inóculos diferentes, cada inóculo sendo considerado como uma repetição.

A técnica *in vitro* de produção de gases foi conduzida de acordo com (Bueno et al., 2005). O inóculo foi preparado usando as frações líquida e sólida em proporções iguais (50:50) do conteúdo ruminal. Aproximadamente 0,5 g de amostra de cada substrato (Tabela 1 e Tabela 2), 25 mL de inóculo e 50 mL de solução tampão (Bueno et al., 2005) foram colocadas em garrafas de vidro de 160 ml que foram fechadas com rolhas de borracha, agitadas e em seguida levadas à incubadora a 39°C por 24 horas.

A pressão dos gases produzidos foi medida com um medidor de pressão (Pressdata 800, LANA/CENA-USP, Piracicaba/SP) a intervalos regulares (4, 8, 12 e 24 horas) e a quantidade de gases produzidos estimada através da fórmula: $V = 0,0112p^2 + 7,3358p$, onde: V é o volume de gases (ml) e p é a pressão medida (psi). Durante cada medida da pressão 2,5 mL de gases foram amostrados (tubo “vacutainer”) de cada garrafa para posterior quantificação de metano.

Para análise do gás metano (CH₄), as amostras de gases colhidas durante o ensaio de produção de gases, foram retiradas das garrafas com seringas descartáveis e armazenadas em tubo de ensaio de 10 ml para posterior análise. O CH₄ foi determinado em cromatógrafo a gás (Shimadzu GC2014) com detector a 240 °C e coluna Shincarbon a 60 °C.

Após 24 horas de incubação as garrafas foram retiradas da estufa e colocadas em imersão no gelo, para cessar a fermentação, depois foi adicionado em cada garrafa 75 mL de solução detergente neutro e mantidas em estufa a 105°C, o conteúdo das garrafas foi filtrado em cadinhos sinterizados previamente pesados e lavados com água destilada quente. O

resíduo foi recuperado para determinação da degradabilidade *in vitro* da matéria seca (DMS) e da matéria orgânica (DMO).

O ensaio de produção de gases foi realizado com dez tratamentos, sendo, quatro dietas e seis ingredientes com três repetições cada. Para a análise estatística, foi utilizado o PROC GLM do programa estatístico SAS (SAS, 1996). As médias foram comparadas pelas diferenças mínimas significativas obtidas utilizando o teste de Duncan ao nível de probabilidade de 5 %.

Resultados e Discussão

A produção de gases das dietas e dos ingredientes encontra-se nas Figuras 1 e 2. Em todas as leituras de produção de gases é possível observar diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

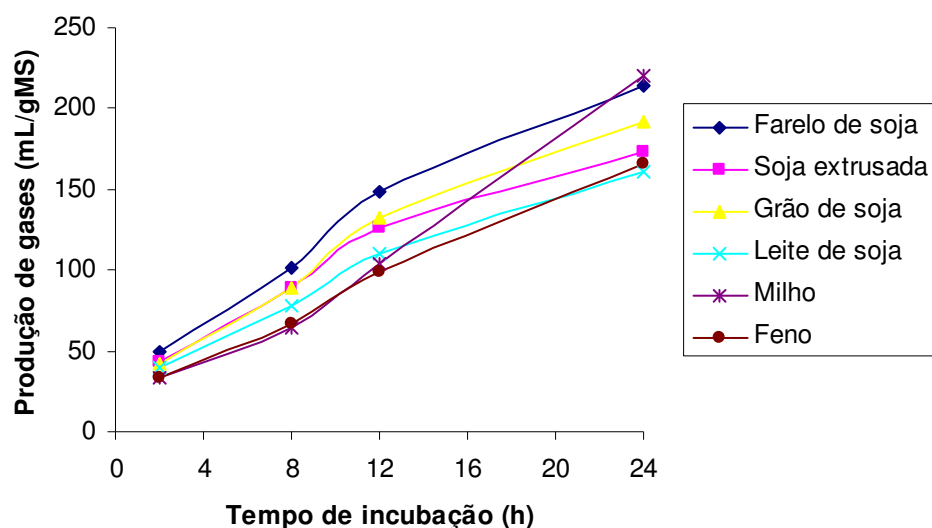


Figura 1. Produção acumulada de gases dos ingredientes durante incubação *in vitro* por 24h.

Ao comparar os ingredientes ricos em lipídios (GS, LS e SE) com o FS foi observado menor produção de gases ($p < 0,05$) para o LS e SE. Os lipídios do GS podem ficar indisponíveis ao ataque microbiano (Santos et al., 2001), por ficarem presos na matriz protéica da semente (Jiang et al., 1996). Já a SE e o LS ao serem aquecidas disponibilizam maior quantidade de lipídios aumentando a ação dos lipídios sobre os microrganismos ruminais.

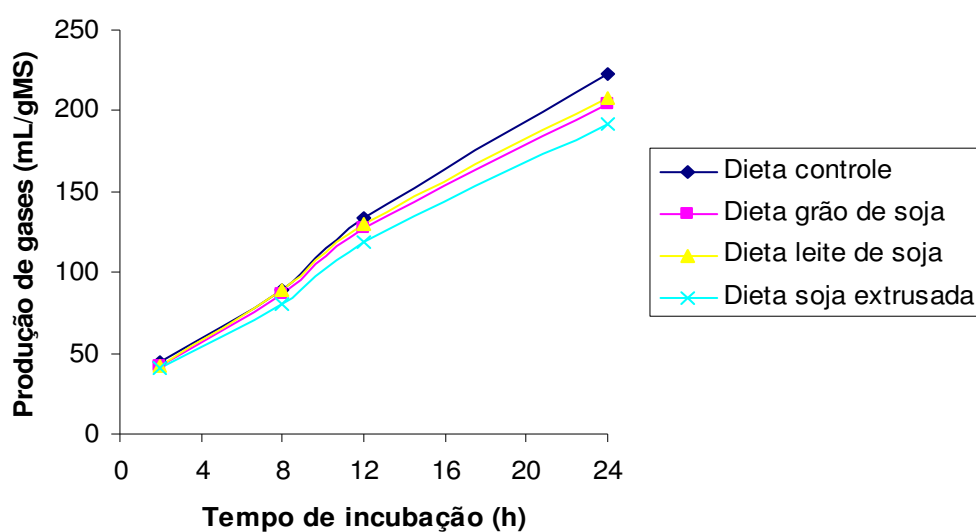


Figura 2. Produção acumulada de gases das dietas durante incubação *in vitro* por 24h.

Entre as dietas foi possível observar diferença ($p < 0,05$) depois de 24 horas de incubação com superioridade da dieta controle (DCON) em comparação com a DSE. Fievez et al. (2003) adicionando óleo de soja ao feno observaram diminuição da produção de ácidos graxos voláteis totais, com exceção do propionato, que aumentou. Observaram também decréscimo na produção de metano.

Comparando as fontes protéicas (FS, GS, SE, LS) não foi observado diferença na produção de metano ($p > 0,05$) (Tabela 3). A DCON teve maior proporção de metano ($p < 0,05$)

produzido quando comparado à DSE e à dieta leite de soja (DLS); e maior produção de metano por matéria seca incubada (Tabela 3).

Os lipídios têm capacidade de interferir na quantidade de bactérias metanogênicas e na proporção acetato/propionato, aumentando a produção de propionato e diminuindo a de acetato (Fievez et al., 2003). Schauff et al. (1992) observaram que a proporção molar de acetato e a relação acetato:propionato tenderam a decrescer nas dietas contendo soja integral e/ou sebo bovino. A menor produção de acetato e a maior produção de propionato influenciam na menor produção de metano, já que o propionato tem capacidade de inibir a produção de metano no rúmen (Ungerfeld et al., 2004).

Tabela 3. Produção de metano e degradação do farelo de soja (FS), soja extrusada (SE), grão de soja (GS), leite de soja (LS), milho, feno, dieta controle (DCON), dieta grão de soja (DGS), dieta leite de soja (DLS), dieta soja extrusada (DSE).

Ingredientes	CH ₄ (%)	CH ₄ (ml/gMS)	DMS (%)	DMO (%)	CH ₄ (mL/g MSD)	CH ₄ (mL/g MOD)
FS	6,5	14,0ab	78,0a	81,1a	40,7ab	45,9ab
SE	5,4	8,6b	79,2a	79,8a	23,8b	26,4b
GS	6,2	12,0ab	81,8a	84,0a	32,1b	35,0b
LS	5,0	8,20b	80,5a	82,2a	22,2b	24,5b
MILHO	4,9	11,1ab	72,8a	76,3a	32,7b	32,5b
FENO	5,2	8,6b	37,3b	37,3b	52,8a	63,7a
Dietas						
DCON	7,7a	17,0a	70,7a	72,8a	52,5a	56,7a
DGS	6,8ab	14,0b	64,4a	67,4ab	47,6ab	50,9ab
DLS	6,4b	13,1b	64,8a	67,4ab	44,5ab	47,7ab
DSE	6,0b	11,5b	63,0a	64,9b	40,4b	43,4b

^{a,b,c,d} Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (Teste de Duncan, p<0,05). PG – produção de gases; CH₄ - metano; MS – matéria seca incubada; DMS – degradação da matéria seca; DMO – degradação da matéria orgânica; MSD – matéria seca degradada; MOD – matéria orgânica degradada.

A menor produção de metano das dietas ricas em lipídios pode ser justificado devido os lipídios insaturados possuem efeito tóxico às bactérias gram-positivas, maiores produtoras de metano (Ungerfeld et al., 2005). Os ácidos graxos saturados de cadeia curta têm ação antimicrobiana sobre as bactérias metanogênicas e protozoários. Os protozoários possuem ação indireta na produção de metano, já que só produzem o hidrogênio que servirá

de substrato para a produção de metano pelas bactérias metanogênicas (Machmuller et al., 1998).

A DMS das dietas foi semelhante ($p>0,05$) (Tabela 3), mas é possível observar uma tendência da DCON ter maior taxa de degradação ($p<0,06$). Para a degradação da matéria orgânica (DMO) foi observado que a DCON foi mais degradada ($p<0,05$) apenas em relação à DSE. Os ingredientes protéicos tiveram degradação da MS e MO semelhante ($p>0,05$). Silva et al. (2002) concluíram, analisando a degradação da MS e PB dos ingredientes, que o grão de soja integral com ou sem óleo pode substituir o farelo de soja nas rações de ruminantes. Já Brisola et al. (1999) utilizando a técnica *in situ* observaram menor degradação da MS e da PB para soja extrusada em comparação com o farelo de soja.

A DCON teve maior produção de metano por MS e MO degradada que a DSE ($p<0,05$). O leite de soja e a soja extrusada, substitutos do farelo de soja, tiveram uma tendência de produzir menos metano por MS e MO degradada ($p<0,051$) e ($p<0,06$), respectivamente.

O feno teve baixa degradação de MS e MO e alta produção de metano por amostra degradada. Isso demonstra a importância de utilizar dietas mais degradáveis para tentar diminuir a produção de metano no rúmen, corroborando com Moss & Givens (2002), ao concluírem que o incremento na ingestão ou melhoria na qualidade nutritiva dos ingredientes diminui a quantidade de metano produzido por MOD.

Na Tabela 4 apresenta-se a degradação da matéria seca (DMS) e a digestibilidade dos compostos nitrogenados, das dietas experimentais, após fermentação por 16h e digestão enzimática *in vitro*. A dieta composta com soja extrusada (DSE) apresentou menor DMS ($p<0,05$) e da proteína, mas obteve a maior digestão enzimática da proteína ($p<0,05$). Isso ocorreu devido o aquecimento desnaturar as proteínas, tornando-as insolúveis e dificultando o ataque microbiano (Maiga et al., 1996).

Tabela 3. Degradação da matéria seca (DMS) e digestibilidade dos compostos nitrogenados da dieta controle (DCON), dieta grão de soja (DGS), dieta leite de soja (DLS) e dieta soja extrusada (DSE).

DIETAS	DMS(%)	PDR (%)	PDI (%)	PD (%)
DCON	78,1	86,2a	6,1a	92,3
DGS	71,9	86,8a	6,9a	93,7
DLS	72,8	84,3a	9,9a	94,2
DSE	64,4	65,7b	26,2b	92,0

Proteína degradada no rúmen (PDR); proteína digerida no intestino (PDI); proteína digerida (PD). ^{a,b}Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

As dietas analisadas tiveram valores elevados de proteína digerida. O aumento da ingestão de proteína digestível no intestino, com quantidade de aminoácidos balanceada, pode diminuir a ingestão total de nitrogênio e, conseqüentemente, a excreção, aumentando, assim, a eficiência do nitrogênio dietético e diminuindo a poluição ambiental (Noftsker & St-Pierre, 2003). Socha et al. (2005) observaram que vacas alimentadas com aminoácidos digestíveis no intestino (lisina e metionina) incrementaram a produção de leite e os teores de proteína e de gordura no leite, quando comparadas com vacas alimentadas com dietas com menor teor de proteína digestível e maior teor de proteína degradada no rúmen.

Dietas com menor teor de proteína degradada no rúmen podem ser utilizadas como fonte de proteína digestível. Porém, faz-se necessário o conhecimento do seu perfil aminoacídico e da capacidade do ingrediente em ser digerido no intestino, pois alguns ingredientes possuem baixa degradação, baixa digestibilidade ou até mesmo um perfil aminoacídico não vantajoso para a categoria de animal que está sendo utilizado.

Conclusões

1. Ingredientes e dietas contendo alto teor de extrato etéreo possuem uma tendência de diminuição na produção de metano no rúmen com pequena interferência na degradação ou na produção de gases.

2. O uso de dietas mais degradáveis no rúmen pode ser uma alternativa para diminuir a produção de metano no rúmen.

3. Dietas com soja extrusada possuem a capacidade de aumentar a quantidade de proteína digerida no intestino.

Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**, Arlington, Virginia, USA, 1995.

BRISOLA, M.L.; LUCCI, C.S.; MELOTTI, L.; KODAIRA, V. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta do farelo e dos grãos de soja extrusados. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 36, n.3, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-95961999000300009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 Out. 2008.

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**, v.123-124, p.95-105, 2005.

CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. A three-step in-vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, p.1459-1465, 1995.

CZERKAWSKI, J.W. The effect on digestion in the rumen of a gradual increase in the content of fatty acids in the diet of sheep. **British Journal of Nutrition**, v.20, p.833-842, 1966.

FIEVEZ, V.; DOHME, F.; DANNEELS, M.; RAES, K.; DEMEYER, D. Fish oils as potent rumen methane inhibitors and associated effects on rumen fermentation in vitro and in vivo. **Animal Feed Science and Technology**, v.104, p.41-58, 2003.

GLOBAL mitigation of non-co₂ greenhouse gases. Washington: **United States Environmental Protection Agency**, Seção 5, 2006. 69p. Disponível em: <http://www.epa.gov/climatechange/economics/downloads/GlobalMitigationFullReport.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2008.

- JIANG, J., BJOERCK, L., FONDEN, R. Occurrence of conjugated cis-9, trans-11-octadecadienoic acid in bovine milk: effects of feed and dietary regimen. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.438-445, 1996.
- LANA, R.P.; CAMARDELLI, M.M.L.; QUEROZ; A.C.; RODRIGUES, M.T.R.; EIFERT; E. C.; MIRANDA, E.N.; ALMEIDA, I.C.C. Óleo de soja e própolis na alimentação de cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.650-658, 2005.
- LASSEY, K.R.; WOODWARD, S.L.; WAGHORN, G.C.; LABOYRIE, P.G. On feeding legume forages containing condensed tannins to dairy cows to reduce methane emissions. 3rd International Methane and Nitrous Oxide Mitigation Conference, 2003, Beijing. **Proceedings... Beijing**, 2003.
- MACHMULLER, A.; OSSOWSKI, D.A; WANNER, M.; KREUZER, M. Potential of various fatty feeds to reduce methane release from rumen fermentation in vitro (Rusitec). **Animal Feed Science and Technology**, v.71, p117-130, 1998.
- MAIGA, H.A.; SCHINGOETHE, D.J.; HENSON, J.E. Ruminal Degradation, Amino Acid Composition, and Intestinal Digestibility of the Residual Components of Five Protein Supplements. **Journal of Dairy Science**, v.79, p1647-1653, 1996.
- MOSS, A.R.; GIVENS, D.L. The effect of supplementing grass with soya bean meal on digestibility, in sacco degradability, rumen fermentation and methane production in sheep. **Animal Feed Science and Technoly**, v.97, p127-143, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients Requirements of Small Ruminants**. Washington: National Academic Press, 2007. 362p.
- NOFTSGER, S.; ST-PIERRE, N.R. Supplementation of methionine and selection of highly digestible rumen undegradable protein to improve nitrogen efficiency for milk production. **Journal of Dairy Science**, v.86, p958-969, 2003.
- SANTOS, F.L.; SILVA, M.T.C.; LANA, R.P.; BRANDAO, S.C.C.; VARGAS, L.H.; ABREU, L.R. Efeito da suplementação de lipídios na ração sobre a produção de ácido linoléico conjugado (cla) e a composição da gordura do leite de vacas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1931-1938, 2001.
- SAS User's guide: Statistics. Cary, NC: SAS Institute, USA, 1996

SCHAUFF, D.J.; ELLIOT, J. P.; CLARK, J. H.; DRACKLEY, J. K. Effects of Feeding Lactating Dairy Cows Diets Containing Whole Soybeans and Tallow. **Journal of Dairy Science**, v.75, p1923-1935, 1992.

SILVA, L.D.F.; RAMOS, B.M.O.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y.; ROCHA, M.A.; MORAES, F.L.Z. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta de duas variedades de grão de soja com diferentes teores de inibidor de tripsina, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1251-1257, 2002.

SOCHA, M.T.; PUTNAM, D.E.; GARTHWALTE, B.D.; WHITEHOUSE, N.L.; KLERSTEAD, N.A.; SCHWAB, C.G.; DUCHARME, G.A.; ROBERT, J.C. Improving intestinal amino acid supply of pre- and postpartum dairy cows with rumen-protected methionine and lysine. **Journal of Dairy Science**, v.88, p1113-1126, 2005.

TEIXEIRA, J.P.F.; RAMOS, M.T.B.; MORAES, R.M.; FARACO, M.H.; MASCARENHAS, H.A.A. Acúmulo de substâncias de reserva em grãos de soja. I. matéria seca, óleo e ácidos graxos. **Bragantia**, v.44, p.295-309, 1985.

THE U.S. government's methane to markets partnership accomplishments. Beijing: **Third Annual Report**, 2008. 25p. Disponível em: <http://www.methanetomarkets.org/>. Acesso em: 19 dez. 2008.

UNGERFELD, E.M.; RUST, S.R.; BURNETT, R.J.; YOKOYAMA, M.T.; WANG, J.K. Effects of two lipids on *in vitro* ruminal methane production. **Animal Feed Science and Technology**, v.119, p179-185, 2005.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and non-starch polysaccharides (NSP) in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. v.74, p.3583-3597. 1991.

WOODS, V.B.; MOLONEY, A.P.; MULLIGAN, F.J.; KENNY, M.J.; O'MARA, F.P. The effect of animal species (cattle or sheep) and level of intake by cattle on *in vivo* digestibility of concentrate ingredients. **Animal Feed Science and Technology**, v.80, p.135-180, 1999.

3 Capítulo 2

Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com dietas contendo distintos produtos da soja

José Cardoso de Araújo Neto⁽¹⁾, Vânia Rodrigues Vasconcelos⁽¹⁾, Cauê Soares Câmara⁽¹⁾, Adibe Luiz Abdalla⁽²⁾ e Hoston Tomás Santos do Nascimento⁽³⁾

⁽¹⁾Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, CEP 64049-550, Teresina, PI. E-mail: cardosoaraujo@gmail.com, vania@ufpi.br. ⁽²⁾Centro de Energia Nuclear na Agricultura/USP, CEP: 13400-970, Piracicaba, SP. E-mail: abdalla@cena.usp.br. ⁽³⁾ Av. Dq. Caxias, 5650 – Primavera Teresina – PI.

Resumo – Objetivou-se com o trabalho avaliar o desempenho de ovinos em confinamento e determinar a digestibilidade de dietas isoprotéicas e isoenergéticas contendo leite de soja, grão de soja ou grão de soja extrusado como substitutos do farelo de soja. Foram utilizados 22 ovinos no ensaio de desempenho e 20 no ensaio de digestibilidade para avaliar quatro dietas, sendo uma com baixo teor de extrato etéreo (EE) (controle) e três com alto teor de EE. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com o teste de Tukey a 5% para comparação das médias. Não houve diferença ($p > 0,05$) no peso vivo dos animais e na conversão alimentar entre as dietas experimentais, mas para o ganho de peso diário a dieta grão de soja foi inferior ($p < 0,05$) à dieta controle, esta proporcionou maior consumo de matéria seca ($p < 0,05$) em comparação com as demais dietas, mas proporcionando menor consumo de EE ($p < 0,05$). Apenas a digestão do EE foi influenciada positivamente ($p < 0,05$) nas dietas ricas em lipídios, enquanto a digestibilidade dos outros nutrientes permaneceram semelhantes ($p > 0,05$). Conclui com o trabalho que o grão de soja e suas formas processadas podem substituir o farelo de soja na dieta de ovinos.

Termos para indexação: extrato etéreo, confinamento, *Ovis áries*.

Performance and apparent digestibility in lamb confined fed with diets containing different products of the soy

Abstract – It was aimed with the work to evaluate the lamb performance and to determine the digestibility of diets with equal energetic and protein values containing soy milk, soybean or extruded soybean as substitutes of soybean meal. It used 22 lambs for animal performance and 20 for the digestibility experiment to evaluate four diets, being one with low levels of ether extract (EE) (control) and three with high levels of EE. It was used a completely randomized design with Tukey test at 5% for comparison of the averages. There was not difference ($p>0.05$) in the animals live weight and in feed conversion among the experimental diets, but for the daily weight gain the soybean grains diet was lower ($p<0.05$) then control diet, which provided higher dry matter intake ($p<0.05$) in comparison with the other diets, but it provided lower EE intake ($p<0.05$). Only the digestion of EE was positively influenced ($p<0.05$) in the diets rich in lipids, while the other nutrients digestibility remain similar ($p>0.05$). The conclusion of the work was that the soybean and its processed forms can substitute the soybean meal in sheep feeding.

Index terms: ether extract, confinement, *Ovis áries*.

Introdução

A alimentação de ovinos de alto potencial genético para ganho de peso exige elevada quantidade de nutrientes para que o animal possa exteriorizar seu potencial. A adição de lipídios é uma alternativa para elevar o nível energético da dieta, sem aumentar a ingestão de carboidratos não estruturais e sem diminuir a ingestão de fibra. Assim, a substituição de cereais por gordura é uma maneira de incrementar a densidade energética com menos impacto no conteúdo de fibra oferecida aos animais.

Dentre as vantagens com a utilização dos lipídios na alimentação animal pode-se destacar o aumento na eficiência alimentar (Eifert et al., 2006), aumento na digestibilidade da proteína, diminuição da desaminação das proteínas no rúmen (Woods et al., 1999), menor variação do pH ruminal, menor acidez (Lana et al., 2005) e melhor desempenho dos animais (El-Memari Neto et al., 2003). Além disso, a não existência de diferença sobre a digestibilidade total da FDA ao adicionar óleo indica que a população microbiana gram-positiva é pouco modificada (Eifert et al., 2006), permitindo que sementes de oleaginosas sejam utilizadas na suplementação de ruminantes a pasto (El-Memari Neto et al., 2003).

O grão de soja é uma oleaginosa com teor de lipídios em torno de 20% na matéria seca, o elevado teor desse nutriente pode limitar o uso desse ingrediente na dieta de ruminantes, pois dietas com mais de 6% de lipídios pode interferir na digestibilidade (NRC, 2007).

Ao aquecer o grão de soja suas proteínas podem interagir através de ligações dissulfeto, hidrofóbica ou eletrostática, modificando a solubilidade em água e diminuindo o ataque microbiano (Maiga et al., 1996), possibilitando maior passagem de aminoácidos dietéticos para o intestino dos ruminantes.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho de ovinos em confinamento e determinar a digestibilidade de dietas isoprotéicas e isoenergéticas contendo leite de soja, grão de soja ou grão de soja extrusado como substitutos do farelo de soja.

Material e Métodos

O grão de soja foi adquirido de um produtor de soja na cidade de Piracuruca-PI que foi utilizado na forma *in natura* após moagem, na forma extrusada sendo beneficiado em fábrica de ração em Teresina-PI e na forma de leite de soja que foi feito diariamente no galpão de metabolismo. O farelo de soja, o grão de milho e o feno de Tifton 85 (*Cynodon* spp) foram adquiridos no comércio de Teresina. Uma alíquota de 2 kg de cada ingrediente foi retirada para a realização das análises.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia na Universidade Federal do Piauí. A determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) seguiram a AOAC (1995) e segundo Van Soest et al. (2001) para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). A composição e as análises bromatológicas das dietas encontram-se na Tabela 1.

Os valores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos pela diferença entre carboidratos totais (CHOT) e FDN, sendo CHOT obtido a partir da equação $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$, de acordo com Sniffen et al. (1992). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados pela seguinte equação: $NDT = PB_{digestível} + FDN_{digestível} + (EE_{digestível} \times 2,25) + CNF_{digestível}$ (Sniffen et al., 1992).

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais (%MS).

Ingredientes	Dieta controle	Dieta grão de soja	Dieta leite de soja	Dieta soja extrusada
Milho	45	34	34	34
Feno	25	30	27	30
Farelo de soja	29	5	5	-
Grão de soja	-	30	-	-
Leite de soja	-	-	33	-
Soja extrusada	-	-	-	30
Premix ¹	1	1	1	1
Composição				
MS	90,00	90,53	68,08	92,09
PB	19,14	18,83	18,98	18,80
EE	1,68	7,92	7,33	7,63
FDN	27,06	30,77	33,20	32,45
FDA	13,12	16,14	18,65	15,65
MM	4,71	5,19	5,12	5,34
NDT ²	78,92	79,97	78,97	79,97

MS – matéria seca; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDN – fibra insolúvel em detergente neutro; FDA – fibra insolúvel em detergente ácido; MM – matéria mineral; NDT – nutrientes digestíveis totais. ⁽¹⁾ Níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A 160000 UI, Vitamina D3 40000 UI, Vitamina E 520 UI, cálcio 210 g, fósforo 6 g, sódio 75 g, cloro 180 g, manganês 180 mg, zinco 180 mg, ferro 740 mg, cobalto 10 mg, iodo 24 mg e selênio 2,2 mg. ⁽²⁾ valores obtidos nas tabelas do NRC (2007), com base nos ingredientes.

O ensaio de desempenho e de digestibilidade foram realizados no Galpão de Metabolismo do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Piauí. Foram utilizados 22 ovinos machos da raça Santa Inês, desmamados aos 90 dias.

Foram avaliadas quatro dietas, sendo uma com baixo teor de EE (DCON) e três com alto teor de EE (Tabela 1). As dietas experimentais foram formuladas segundo o NRC (2007) para suprir as exigências nutricionais de borregos de 30 kg de peso vivo com ganho de peso diário de 250 g, sendo 79% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e 18,8% de PB.

O leite de soja foi obtido misturando ao grão de soja moído água e depois aquecendo a mistura à 90°C durante 50 minutos, a proporção em quilograma de água e grão era de 9:1, respectivamente. O leite de soja era oferecido ao animal antes da refeição sólida e o que sobrava era retirado e pesado separado da porção sólida. A soja extrusada foi obtida depois do aquecimento úmido do grão de soja moído a 150°C por cinco segundos.

Ensaio de desempenho

Os 22 animais foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos, sendo que a dieta controle e a dieta leite de soja ficaram com seis animais. Os animais foram alojados em baias individuais de 1m² (cobertas, com piso de concreto revestido com raspa de madeira e equipadas com comedouros e bebedouros individuais); os animais receberam água à vontade, durante todo o período experimental.

Os animais foram pesados antes de entrar no ensaio e a cada 07 dias, sempre antes da primeira refeição do dia e no dia anterior da pesagem a refeição era retirada do cocho às 18h. Os primeiros dez dias foram destinados à adaptação dos animais e os dados não foram contabilizados para avaliar o desempenho, após a adaptação os animais permanecerão por 42 dias para a coleta de dados.

A ração dos animais era pesada e oferecida em duas refeições ao dia, às 8 e 16h, permitindo uma sobra de 10 a 15%, a correção era feita diariamente. As sobras foram pesadas diariamente e armazenada 10% em freezer para posterior análise bromatológica que serviu para correção do consumo, diminuindo a interferência do ato seletivo dos animais.

O ensaio de desempenho foi realizado em delineamento inteiramente casualizado não balanceado com quatro tratamentos, sendo dois tratamentos com seis repetições e dois tratamentos com cinco repetições. As variáveis relacionadas com o consumo, ganho de peso e eficiência alimentar foram submetidas à análise de variância. O teste de comparação de médias utilizado foi o teste de Tukey e nível de significância de 5%.

Ensaio de digestibilidade

O ensaio de digestibilidade foi realizado com 20 animais provenientes do ensaio de desempenho durante 10 dias em gaiolas de metabolismo, sendo 05 dias de adaptação e 05 de coleta de dados. Os animais receberam as mesmas dietas do ensaio de desempenho.

As dietas foram oferecidas duas vezes ao dia, às 9 e 16h, foi permitido sobra de 5% e a correção feita diariamente. As sobras foram pesadas diariamente e tomada uma alíquota de 10%, armazenada em freezer para posterior análise bromatológica.

As fezes foram coletadas, separadas da urina, em sacos acoplados às gaiolas e previamente identificados. Estes sacos eram diariamente trocados, pesados e retirada uma amostra contendo 10 % do peso total das fezes para realização das análises bromatológicas.

O ensaio de digestibilidade foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. As variáveis relacionadas com a digestibilidade foram submetidas à análise de variância e comparadas por teste de comparação (Tukey) a nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

Não foi observada diferença ($p>0,05$) para o peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF) e conversão alimentar (CA) entre os ovinos alimentados com DCON, dieta leite de soja (DLS), dieta soja extrusada (DSE) e dieta grão de soja (DGS) (Tabela 2). Para o ganho de peso diário (GPD) foi observado diferença ($p<0,05$) entre a DCON e a DGS.

Tabela 2. Peso vivo inicial (PVI) e final (PVF), conversão alimentar (CA) e ganho de peso diário (GPD) de ovinos alimentados com dieta controle (DCON), dieta grão de soja (DGS), dieta leite de soja (DLS) e dieta soja extrusada (DSE).

DIETAS	PVI	PVF	CA (kg de alimento/GP)	GPD (g/dia)
DCON	23,2	34,9	4,45	278a
DGS	21,2	29,8	4,54	204b
DLS	22,7	33,3	3,77	253ab
DSE	24,0	34,1	3,80	239ab

^{a,b}Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (Teste de Tukey, $p<0,05$).

A semelhança entre a CA dos tratamentos pode ser explicada pelas dietas possuírem teores semelhantes de proteína e energia. Isso demonstra uma tendência de melhor

aproveitamento das dietas ricas em EE, pois essas dietas possuem maior teor de feno ao comparar com a dieta controle. Eifert et al. (2006) observaram melhor eficiência na produção de leite em vacas alimentadas com 2,5% de óleo de soja. Aferri et al. (2005) não observaram diferença no consumo e na CA de novilhos alimentados com caroço de algodão e gordura protegida ao comparar com a dieta controle, com baixo nível de EE.

Urano et al. (2006) alimentando ovinos com grão de soja observaram maior GPD na DCON em comparação como a DGS com 21% de grão de soja, semelhante ao observado nesse experimento, mas os valores de GPD observados por Urano et al. (2006) foram maiores que o observado nesse experimento, isso pode ter ocorrido por diferença genética dos animais ou porque a dieta utilizada nesse experimento tinha maior teor de volumoso. Cunha et al. (2008) alimentando cordeiros Santa Inês com peso inicial de 19,5 kg com dietas contendo caroço de algodão observaram maior consumo de MS, maior conversão alimentar e menor ganho de peso diário que o observado nesse experimento.

Yamamoto et al. (2005) alimentando ovinos em terminação recebendo dietas contendo 3% de óleo de soja com 5,59% de EE na MS, encontraram valores de GPD e CA melhores que os encontrados nesse experimento. Já Borba et al. (2006) observaram que o uso do sebo bovino na dieta de vacas leiteiras de alto potencial genético de produção no primeiro terço da lactação não afetou a produção de leite, eficiência de produção e variação do peso corporal.

Muller et al. (2005) observaram que as fontes de gordura (linhaça ou gordura protegida) podem ser utilizadas sem causar decréscimo no desempenho de novilhas em terminação. Isso não foi observado nesse experimento apenas para a DGS que obteve menor GPD ($p < 0,05$) que a DCON. Isso pode ter ocorrido devido o aquecimento do grão para obter o leite de soja e a soja extrusada, já que o aquecimento pode interferir no mecanismo de degradação das proteínas (Maiga et al., 1996). Rizzi et al. (2002) não observaram diferença no GPD com o uso de fontes e teores diferentes de gordura na ração de cordeiros confinados.

Os dados de consumo encontram-se na Tabela 3. A ingestão de MS (IMS) (g/dia e g/kg^{0,75}), CNF, CHOT e NDT foi maior (p<0,05) para a DCON em comparação com a DSE, DLS e DGS. Urano et al. (2006) observaram IMS para ovinos alimentados com dietas contendo grão de soja superior ao observado nesse experimento, já para a DCON encontraram valores semelhantes ao encontrado nesse experimento.

A ingestão de PB (IPB) da DCON foi superior (p<0,05) a DLS e DGS. A maior IPB é consequência da maior IMS, confirmando que as dietas ricas em lipídios podem diminuir a IMS e, conseqüentemente, interferir no consumo de outros nutrientes (Urano et al., 2006). Reddy et al. (2003) concluíram que a adição de até 10% de gordura protegida na dieta de ovinos não interfere na IMS e na INDT.

Tabela 3. Ingestão de matéria seca (IMS), ingestão de proteína bruta (IPB), ingestão de extrato etéreo (IEE), ingestão de fibra insolúvel em detergente neutro (IFDN) e ácido (IFDA), e ingestão de carboidratos não fibrosos (ICNF) e carboidratos totais (ICHOT) de ovinos alimentados com dieta controle (DCON), dieta grão de soja (DGS), dieta leite de soja (DLS) e dieta soja extrusada (DSE).

Parâmetros	DCON	DGS	DLS	DSE
IMS (g/dia)	1236a	903b	904b	903b
IMS (g de MS/kg ^{0,75})	86,0a	70,7b	67,2b	63,6b
IPB (g/dia)	235a	178b	181b	189ab
IEE (g/dia)	21b	76a	73 ^a	73 ^a
IFDN (g/dia)	314a	253a	257 ^a	233 ^a
IFDA (g/dia)	154a	133ab	128ab	107b
ICNF (g/dia)	606a	350b	375b	361b
ICHOT	920a	603b	632b	594b
NDT	924a	655b	683b	677b

^{a,b}Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (Teste de Tukey, p<0,05).

A IPB e INDT diário dos animais alimentados com elevado teor de lipídios foram inferiores aos 200g de PB e 840g de NDT preconizado pelo NRC (2007) para suprir as exigências nutricionais de ovinos de 30 kg de peso vivo e ganho de peso diário de 250g. Já a DCON proporcionou consumo de PB e NDT superior ao preconizado pelo NRC (2007), mas isso não foi suficiente para proporcionar aos animais alimentados com a DCON GPD superior aos da DLS e DSE.

Os animais alimentados com DGS mesmo possuindo ingestão semelhante aos da DLS (Tabela 3) apresentaram uma tendência de menor GPD ($p < 0,07$) (Tabela 1), isso pode ser justificado pelo processamento sofrido para obter o leite de soja ou pela forma em que o alimento era oferecido.

Os resultados de digestibilidade encontram-se na Tabelas 4. A digestão de MS, PB, FDN, FDA, CNF, CHOT e NDT foram semelhantes entre as dietas. Este mesmo perfil não foi observado para a digestão de EE (DEE), que apresentou dados inferiores para a DCON, podendo ser explicado pelo baixo teor de EE presente na ração controle. O NDT observado para as dietas no ensaio de digestibilidade ficou próximo ao tabelado (Tabela 1).

Reddy et al. (2003) realizando ensaio de digestibilidade com ovinos alimentados com dietas contendo até 15% de gordura protegida não observaram diferença na digestibilidade da MS, PB, FDN e FDA, observando diferença apenas na digestibilidade do EE.

Tabela 4. Digestibilidade da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB), do extrato etéreo (DEE), da fibra insolúvel em detergente neutro (DFDN) e ácido (DFDA), dos carboidratos não fibrosos (DCNF) e dos carboidratos totais (DCHOT) em % com base na MS.

Parâmetros	DCON	DGS	DLS	DSE
DMS (%)	76,96	75,03	75,91	77,84
DPB (%)	77,94	76,18	75,56	79,29
DEE (%)	60,12b	86,15a	88,88a	88,96a
DFDN (%)	49,55	55,47	55,08	59,61
DFDA (%)	43,40	52,40	49,89	50,61
DCNF (%)	94,84	90,57	91,66	90,85
DCHOT (%)	78,38	76,41	77,00	79,12
NDT (%)	74,74	72,50	73,06	74,94

^{a,b}Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (Teste de Tukey, $p < 0,05$). DCON – dieta controle; DGS – dieta grão de soja; DLS – dieta leite de soja; DSE – dieta soja extrusada.

Cunha et al. (2008) não encontraram diferença na DMS e na DCHT com a adição de caroço de algodão na dieta de ovinos, sendo esses valores inferiores aos encontrados nesse experimento (Tabela 4), mas para a DPB e DEE encontraram valores superiores. Yamamoto et al. (2005) observaram em DGS digestibilidade da MS, PB, EE, FDN, CNF, CHOT e NDT valores semelhantes aos encontrados nesse experimento.

A digestibilidade da fibra foi semelhante ($p>0,05$) entre as dietas, Doreau et al. (2008) observaram valores semelhantes na digestibilidade de fibra em dietas contendo 5% de EE. Cunha et al. (2008) também não observaram diferença na digestibilidade da fibra incluindo até 40% de caroço de algodão na dieta de ovinos. Já Lana et al. (2005) alimentando cabras com dietas contendo 11,57% de EE na dieta observaram menor digestibilidade da fibra. Isso demonstra que os lipídios podem interferir na digestibilidade da fibra, mas isso vai depender do nível de inclusão e das características dos lipídios e dos ingredientes utilizado na dieta.

Conclusões

1. O grão de soja *in natura*, a soja extrusada e o leite de soja podem substituir o farelo de soja em dietas para ovinos em terminação.
2. O grão de soja *in natura*, a soja extrusada e o leite de soja interferem negativamente no consumo de ovinos em terminação.
3. O grão de soja *in natura*, a soja extrusada e o leite de soja não interfere negativamente na digestibilidade de nutrientes em dietas para ovinos em terminação.

Referências Bibliográficas

AFERRI, G.; LEME, P.R.; SILVA, S.L.; PUTRINO, S.M.; PEREIRA, A.S.C. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.5, p.1651-1658, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**, Arlington, Virginia, USA, 1995.

BORBA, L. R. O.; JUNIOR WALDYR, S.; FISCHER, V.; FERNANDES, A. Níveis crescentes de gordura na dieta de vacas leiteiras de alta produção. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.1, p.87-92, 2006.

CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, Â. M. V. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1103-1111, 2008

DOREAU, M.; AUROUSSEAU, E.; MARTIN, C. Effects of linseed lipids fed as rolled seeds, extruded seeds or oil on organic matter and crude protein digestion in cows. **Animal Feed Science and Technology**, 2008. No prelo.

EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LANNA, D.P.D.; LEOPOLDINO, W.M.; OLIVEIRA, M.V.M.; ARCURI, P.B.; CAMPOS, J.M.S.; LEAO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.V. Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.211-218, 2006.

EL-MEMARI NETO, A.C.; ZEOULA, L.M.; CECATO, U.; PRADO, I.N.; CALDAS NETO, S.F.; KAZAMA, R.; OLIVEIRA, F.C.L. Suplementação de novilhos nelore em pastejo de *Brachiaria brizantha* com diferentes níveis e fontes de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1945-1955, 2003. Suplemento 2.

LANA, R.P; CAMARDELLI, M.M.L.; QUEROZ; A.C.; RODRIGUES, M.T.R.; EIFERT; E. C.; MIRANDA, E.N.; ALMEIDA, I.C.C. Óleo de soja e própolis na alimentação de cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.650-658, 2005.

MAIGA, H.A.; SCHINGOETHE, D.J.; HENSON, J.E. Ruminant Degradation, Amino Acid Composition, and Intestinal Digestibility of the Residual Components of Five Protein Supplements. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1647-1653, 1996.

MULLER, M.; PRADO, I. N.; LOBO JÚNIOR, A. R.; SCOMPARIN, V. X.; RIGOLON, L. P. Diferentes fontes de gordura sobre o desempenho e características da carcaça de novilhas de corte confinadas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.27, n.1, p.131-137, 2005.
NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients Requirements of Small Ruminants**. Washington: National Academic Press, 2007. 362p.

REDDY, Y. R.; KRISHNA, N.; RAO, E. R.; REDDY, T. J. Influence of dietary protected lipids on intake and digestibility of straw based diets in deccani sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.29–38, 2003.

RIZZI, L.; SIMIOLI, M.; SARDI, L.; MONETTI, P. G. Carcass quality, meat chemical and fatty acid composition of lambs fed diets containing extruded soybeans and sunflower seeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.97, p.103-114, 2002.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

URANO, F. S.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; RODRIGUES, G. H.; ARAUJO, R. C.; MATTOS, W. R. S. Desempenho e características da carcaça de cordeiros confinados alimentados com grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.10, p.1525-1530, 2006.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and non-starch polysaccharides (NSP) in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

WOODS, V.B.; MOLONEY, A.P.; MULLIGAN, F.J.; KENNY, M.J.; O'MARA, F.P. The effect of animal species (cattle or sheep) and level of intake by cattle on in vivo digestibility of concentrate ingredients. **Animal Feed Science and Technology**, v.80, p.135-180, 1999.

YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, F. A. F.; ZUNDT, M.; MEXIA, A. A.; SAKAGUTI, E. S.; ROCHA, G. B. L.; REGAÇONI, K. C. T.; MACEDO, R. M. G. Fontes de Óleo Vegetal na Dieta de Cordeiros em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.703-710, 2005.

4 Considerações Finais

O farelo de soja pode ser substituído pelo grão de soja, leite de soja ou soja extrusada em dietas de ovinos em terminação, proporcionando semelhante desempenho aos animais e sem interferência na digestibilidade dos nutrientes.

A dieta com grão de soja proporciona menor ganho de peso diário em relação ao farelo de soja e, conseqüentemente, maior tempo de confinamento dos animais para terminação.

A utilização das dietas com os substitutos do farelo de soja possui como vantagem a utilização de maior teor de volumoso nas dietas.

As dietas contendo os substitutos do farelo de soja, que eram ricas em extrato etéreo (EE), possuíam menor consumo de matéria seca, justificando a tendência dessas dietas em proporcionar menor ganho de peso diário. As dietas ricas em EE interferem no consumo e isso deveria ser levado em conta no momento do balanceamento das dietas, adensando-as para proporcionar mesmo consumo dos ingredientes.

Todas as dietas estudadas apresentaram valor de digestibilidade da proteína semelhante e elevada, modificando apenas a porção onde a proteína é digerida. A dieta soja extrusada apresentou maior digestão enzimática da proteína e menor degradação ruminal.

Ingredientes e dietas contendo alto teor de EE possuem uma tendência de diminuição na produção de metano no rúmen com pequena interferência na degradação dos ingredientes ou na produção de gases.

O uso de alimentos mais degradáveis no rúmen pode ser uma alternativa para diminuir a produção de metano, possibilitando, também, a terminação dos animais em intervalo de tempo menor.

Pesquisas devem ser realizadas com o intuito de verificar a possibilidade de adensar os nutrientes em dietas de ovinos em terminação contendo altos níveis de EE, para proporcionar melhor desempenho aos animais.

Pesquisas para avaliar a produção *in vivo* de metano de ovinos alimentados com as dietas utilizadas nesse experimento é vantajoso para poder verificar se *in vivo* também ocorre a tendência de diminuição na produção de metano das dietas teste.

5 Referências Bibliográficas da Introdução

AFERRI, G.; LEME, P.R.; SILVA, S.L.; PUTRINO, S.M.; PEREIRA, A.S.C. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1651-1658, 2005.

BELURY, M.A. Dietary conjugated linoleic acid in health: physiological effects and mechanisms of action. **Annual Reviews Nutrition**, v.22, p.505-531, 2002.

BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LANNA, D.P.D.; LEOPOLDINO, W.M.; OLIVEIRA, M.V.M.; ARCURI, P.B.; CAMPOS, J.M.S.; LEO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.V. Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.211-218, 2006.

EL-MEMARI NETO, A.C.; ZEOULA, L.M.; CECATO, U.; PRADO, I.N.; CALDAS NETO, S.F.; KAZAMA, R.; OLIVEIRA, F.C.L. Suplementação de novilhos nelore em pastejo de *Brachiaria brizantha* com diferentes níveis e fontes de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1945-1955, 2003. Suplemento 2.

GULATI, S.K.; ASHES, J.R.; SCOTT, T.W. Hydrogenation of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids and their incorporation into milk fat. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, p.57-64, 1999.

GULATI, S.K.; SCOTT, T.W.; ASHES, J.R. In-vitro assessment of fat supplements for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.64, p.127-132, 1997.

LANA, R.P; CAMARDELLI, M.M.L.; QUEROZ; A.C.; RODRIGUES, M.T.R.; EIFERT; E. C.; MIRANDA, E.N.; ALMEIDA, I.C.C. Óleo de soja e própolis na alimentação de cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.650-658, 2005.

LASSEY, K.R.; WOODWARD, S.L.; WAGHORN, G.C.; LABOYRIE, P.G. On feeding legume forages containing condensed tannins to dairy cows to reduce methane emissions. 3rd International Methane and Nitrous Oxide Mitigation Conference, 2003, Beijing. **Proceedings... Beijing**, 2003.

LOVETT, D.; LOVELL, S.; STACK, L.; CALLAN, J.; FINLAY, M.; CONOLLY, J.; O'MARA, F.P. Effect of forage/concentrate ratio and dietary coconut oil level on methane output and performance of finishing beef heifers. **Livestock Production Science**, v.84, p.135-146, 2003.

MAURICIO, R. M.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; MARTINS, R.G.R; RODRIGUES, J.A.S. Potencial da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases para avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.1013-1020, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients Requirements of Small Ruminants**. Washington: National Academic Press, 2007. 362p.

POSSENTI, R.A.; FRANZOLIN, R.; SCHAMMAS, E.A.; DEMARCHI, J.J.A.A.; FRIGHETTO, R.T.S.; LIMA, M.A. Efeitos de dietas contendo *Leucaena leucocephala* e *Saccharomyces cerevisiae* sobre a fermentação ruminal e a emissão de gás metano em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1509-1516, 2008.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.S.; PEDREIRA, M.S.; LIMA, M.A.; BERCHIELLI, T.T.; BARBOSA, P.F. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.277-283, 2004.

REDDY, Y. R.; KRISHNA, N.; RAO, E. R.; REDDY, T. J. Influence of dietary protected lipids on intake and digestibility of straw based diets in deccani sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.29-38, 2003.

UNGERFELD, E.M.; RUST, S.R; BURNETT, R.J.; YOKOYAMA, M.T.; WANG, J.K. Effects of two lipids on *in vitro* ruminal methane production. **Animal Feed Science and Technology**, v.119, p.179-185, 2005.

URANO, F. S.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; RODRIGUES, G. H.; ARAUJO, R. C.; MATTOS, W. R. S. Desempenho e características da carcaça de cordeiros confinados alimentados com grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.10, p.1525-1530, 2006.

WOODS, V.B.; MOLONEY, A.P.; MULLIGAN, F.J.; KENNY, M.J.; O'MARA, F.P. The effect of animal species (cattle or sheep) and level of intake by cattle on *in vivo* digestibility of concentrate ingredients. **Animal Feed Science and Technology**, v.80, p.135-180, 1999.

YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, F. A. F.; ZUNDT, M.; MEXIA, A. A.; SAKAGUTI, E. S.; ROCHA, G. B. L.; REGAÇONI, K. C. T.; MACEDO, R. M. G. Fontes de Óleo Vegetal na Dieta de Cordeiros em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.703-710, 2005.