



**VANESSA BARBOSA DE CARVALHO**

**TORTA DE NABO FORRAGEIRO (*Raphanus sativus*) NA ALIMENTAÇÃO DE BORREGAS  
SANTA INÊS**

**LAVRAS - MG**

**2010**

**VANESSA BARBOSA DE CARVALHO**

**TORTA DE NABO FORRAGEIRO (*Raphanus sativus*) NA  
ALIMENTAÇÃO DE BORREGAS SANTA INÊS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. José Cleto da Silva Filho

**LAVRAS - MG**

**2010**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Carvalho, Vanessa Barbosa de.

Torta de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) na alimentação de  
borregas Santa Inês / Vanessa Barbosa de Carvalho. – Lavras :  
UFLA, 2010.

78 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: José Cleto da Silva Filho.

Bibliografia.

1. Biodiesel. 2. Coprodutos. 3. Digestibilidade. 4. Ovinos. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.0855

**VANESSA BARBOSA DE CARVALHO**

**TORTA DE NABO FORRAGEIRO (*Raphanus sativus*) NA  
ALIMENTAÇÃO DE BORREGAS SANTA INÊS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 23 de junho de 2010.

Dr. Juan Ramon Olalquiaga Perez	UFLA
Dra. Nadja Gomes Alves	UFLA
Dr. Joel Augusto Muniz	UFLA
Dr. Arnaldo Prata Neiva Júnior	CEFETRP

Dr. José Cleto da Silva Filho  
Orientador

**LAVRAS - MG**

**2010**

*A DEUS.*

*Aos meus pais, Dionéa e Luiz Antonio, pela confiança, amor, apoio incondicional e por tudo que me ensinaram.*

*Aos meus irmãos, Juarez e Elisa, pelo companheirismo e amizade de sempre.*

*Aos meus tios, Maria Helena e João, pela motivação e apoio nesta jornada.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa.

Ao meu orientador, Prof. José Cleto da Silva Filho, pela confiança, dedicação, amizade e exemplo de profissionalismo.

Ao Prof. Juan Ramon Olalquiaga Perez, pela orientação e pelas valiosas sugestões que contribuíram para realização desse trabalho.

À Prof<sup>ª</sup>. Nadja Gomes Alves, pelos ensinamentos, pela colaboração e participação na banca examinadora.

Ao Prof<sup>º</sup>. Joel Augusto Muniz pela participação na banca examinadora.

Ao Prof<sup>º</sup>. Pedro Castro Neto, que forneceu as tortas e, assim, possibilitou a realização desse trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, principalmente, ao José Virgílio pela colaboração e auxílio na realização das análises laboratoriais..

Aos amigos Beatriz, Camila Moraes, Raquel, Camila Meneghetti, Fabrício, Magal, pelo convívio e momentos alegres que passamos juntos

À Marina, Rafa, Marcelo, Gui e Pedrinho, pela amizade e companheirismo e, principalmente, pela grande ajuda no experimento.

A todos familiares, amigos e aqueles que colaboraram para realização deste trabalho.

## RESUMO

A preocupação mundial com o meio ambiente, juntamente com a busca por fontes de energias renováveis, tem feito aumentar a produção do biodiesel, colocando-o, assim, no centro das atenções e interesses. A torta de nabo forrageiro, coproduto gerado do biodiesel, apresenta capacidade de utilização na alimentação de ruminantes devido ao alto teor de proteína e ausência de resíduos de solventes. Este trabalho teve como objetivo avaliar o consumo, o coeficiente de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e o balanço de nitrogênio de dietas contendo diferentes níveis de inclusões da torta de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) em substituição ao farelo de soja. Foram utilizadas 15 borregas da raça Santa Inês em um delineamento em blocos ao acaso, com três blocos e dois períodos, totalizando 30 observações e seis repetições por tratamento. Os animais permaneceram em gaiolas metabólicas (14 dias de adaptação e sete dias de coleta por período). Os tratamentos consistiram de 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição. A dieta foi composta por feno de coast cross (*Cynodon dactylon*), milho moído, farelo de soja, torta de nabo forrageiro, ureia, calcário calcítico e mistura mineral. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o Software Statistical Analysis System (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 1999). Os tratamentos que continham substituições foram comparados com o tratamento controle pelo teste de Dunnett ( $\alpha=5\%$ ), e a avaliação dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro foi feita por análise de regressão. Encontrou-se comportamento quadrático para o consumo de extrato etéreo (EE) em g/dia, %PV e  $g/PV^{0,75}$  ( $P=0,016$ ;  $P=0,016$  e  $P=0,011$ ), respectivamente. Para o consumo de matéria mineral (MM), também foi encontrado efeito quadrático quando expresso em g/dia, %PV e  $g/PV^{0,75}$  ( $P=0,043$ ;  $P=0,033$  e  $P=0,039$ ), respectivamente. A digestibilidade da fibra em detergente ácido (FDA) do tratamento controle foi maior quando comparados com os demais tratamentos ( $P<0,05$ ), e a análise de regressão revelou comportamento linear decrescente conforme aumentou a inclusão da torta de nabo ( $P=0,002$ ). Já a digestibilidade do EE foi maior para o tratamento com 75% de substituição quando comparado com o tratamento controle ( $P<0,05$ ), demonstrando comportamento quadrático ( $P=0,029$ ). A digestibilidade de matéria seca (MS) e de matéria orgânica (MO) apresentou comportamento quadrático ( $P=0,023$  e  $P=0,020$ , respectivamente). O balanço de nitrogênio não apresentou diferenças. Assim, pode-se concluir que a torta de nabo forrageiro pode ser utilizada na alimentação de borregas. Contudo, há necessidade de se respeitar o nível de inclusão de 39,5%, estimado através dos valores de NDT, para que não sejam afetados o consumo e a digestibilidade dos nutrientes.

Palavras-chave: Biodiesel. Coprodutos. Digestibilidade. Ovinos.

## ABSTRACT

The global concern with the environment, along with the search for renewable energy sources has increased biodiesel production, putting it in the center of attention and interest. The turnip cake, byproduct generated of biodiesel chain, has potential to be used in ruminant nutrition due to the high protein content and absence of solvent residue. The aim of this study was to evaluate the intake and digestibility of dry matter and nutrients as well as the nitrogen balance of diets containing different levels of inclusion of turnip cake (*Raphanus sativus*) replacing soybean meal. Fifteen Santa Ines ewe lambs were used in a randomized block design, with three blocks and two periods, totaling 30 observations with 6 replicates per treatment. Animals were kept in metabolic cages (14 days for adaptation and 7 days for collection period). The treatments were 0, 25, 50, 75 and 100% of replacement. The diet was composed of coast cross hay (*Cynodon dactylon*), ground corn, soybean meal, turnip cake, urea, limestone and mineral mixture. The data were subjected to ANOVA using the Software Statistical Analysis System (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 1999). Substitution treatments were compared with the control by Dunnett test ( $\alpha=5\%$ ), and evaluation of levels of inclusion of the turnip cake was made by regression analysis. It was observed a quadratic behavior for the ether extract (EE) intake in g / day, % BW and g/BW 0, 75 (P=0.016, P=0.016 and P=0.011, respectively). For the intake of mineral matter (MM) it was also detected quadratic effect when expressed in g/day, % BW and g/BW<sup>0.75</sup> (P=0.043, P=0.033 and P=0.039, respectively). The digestibility coefficient of acid detergent fiber (ADF) of the control treatment was higher when compared with other treatments (P<0.05), and the regression analysis showed linear behavior decreasing when the inclusion of turnip cake increased (P=0.002). The digestibility of EE was greater for treatment with 75% of substitution when compared with the control (P<0.05), showing a quadratic behavior (P=0.029). Digestibility of dry matter (DM) and digestibility of organic matter (OM) also showed a quadratic behavior (P=0.023 and P=0.020, respectively). Nitrogen balance was not different. Thus, it was concluded that the turnip cake can be used in nutrition of ewe lambs, but, it is necessary to comply with the inclusion level of 39.5%, estimated by the TDN values, to not affect intake and nutrient digestibility.

Keywords: Biodiesel. Byproduct. Digestibility. Sheep.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Processo químico de transesterificação para produção do biodiesel.....	16
Figura 2	Consumo de EE em g/dia das dietas experimentais em função dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja.....	47
Figura 3	Consumo de MM em g/dia das dietas experimentais em função dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja.....	49
Figura 4	Coefficiente de digestibilidade de MS em % das dietas experimentais em função dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja.....	52
Figura 5	Coefficiente de digestibilidade de MO em % das dietas experimentais em função dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja.....	54
Figura 6	Coefficiente de digestibilidade de FDA em % das dietas experimentais em função dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja.....	55
Figura 7	Coefficiente de digestibilidade de EE em % das dietas experimentais em função dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja.....	58
Figura 8	Teor de NDT em % das dietas experimentais em função dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja.....	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Caracterização bromatológica dos alimentos utilizados na elaboração das dietas experimentais.....	38
Tabela 2	Proporções dos ingredientes e composição nutricional das dietas Oferecidas:.....	39
Tabela 3	Consumo médio diário de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE) e matéria mineral (CMM) das dietas experimentais contendo inclusão de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja em gramas por dia (g/dia), em porcentagem do peso vivo (%PV) e em gramas por kg de peso metabólico (g/kg PV0,75).....	44
Tabela 4	Coefficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), fibra em detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA), matéria orgânica (CDMO), extrato etéreo (CDEE) e o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais contendo inclusão de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja.....	50
Tabela 5	Valores médios do balanço de nitrogênio (BN) dos tratamentos com níveis de inclusão de nabo forrageiro em substituição à soja.....	62

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	Biodiesel.....	13
2.2	Coprodutos do biodiesel.....	17
2.3	Coprodutos na alimentação animal.....	18
2.4	Nabo forrageiro ( <i>Raphanus sativus</i> ).....	21
2.5	Torta de nabo forrageiro.....	24
2.6	Ovinocultura.....	27
2.7	Digestibilidade.....	29
2.7.1	Técnica “ <i>In vivo</i> ”.....	30
2.8	Consumo.....	31
2.9	Balanco de nitrogênio.....	33
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1	Época de realização do experimento.....	35
3.2	Ensaio experimental, animais e instalações.....	35
3.3.	Manejo Experimental.....	35
3.4	Obtenção da torta de nabo forrageiro.....	36
3.5	Delineamento experimental.....	37
3.6	Mensuração do consumo.....	39
3.7	Análises laboratoriais.....	39
3.8	Avaliação da digestibilidade.....	40
3.9	Balanco de nitrogênio.....	41
3.10	Análises estatísticas.....	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1	Consumo de matéria seca e dos nutrientes.....	43
4.2	Digestibilidade de matéria seca e dos nutrientes.....	50
4.3	Balanco de nitrogênio.....	61
5	CONCLUSÃO.....	65
	REFERÊNCIAS.....	66

## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação mundial com o meio ambiente, em conjunto com a busca por fontes de energias renováveis, tem aumentado a produção do biodiesel, colocando-o, assim, no centro das atenções e interesses, em razão de o mesmo ser menos poluente que o diesel. Em virtude deste fato, tem havido aumento na produção de coprodutos gerados no processo da extração do óleo.

Como os gastos com a nutrição animal representam grande parte dos custos totais de produção, a busca por alternativas para minimizar gastos tem aumentado, substituindo principalmente o milho e o farelo de soja das rações por serem os principais ingredientes utilizados. Dentre os diversos produtos que podem ser utilizados para a substituição, estão os coprodutos derivados do processo de extração do biodiesel que, com utilização racional, além de reduzir custos, faz com que esses resíduos sejam desviados do meio ambiente, não causando impacto neste.

O biodiesel é produzido através de uma reação denominada transesterificação, na qual a gordura ou óleo vegetal, com adição de um álcool e na presença de catalisador, é separado da glicerina deixando-o mais fino e reduzindo sua viscosidade. Esse processo gera, além da glicerina e do éster (nome químico do biodiesel), farelos resultantes da extração por solventes e tortas resultantes da prensagem para a produção do óleo vegetal.

Os farelos e as tortas, coprodutos gerados da produção do biodiesel, são de grande interesse para a área de produção e nutrição animal, pois podem ser utilizados na alimentação animal. É necessário, porém, o conhecimento da qualidade para contribuir na formulação de dietas, mantendo o equilíbrio dos nutrientes das rações e concentrados utilizados na alimentação animal.

A torta de nabo forrageiro é um coproduto que apresenta alto teor de proteína e extrato etéreo, além de ser isenta de resíduos de solventes por ser

extraída através de prensagem. Pode ser utilizada na alimentação animal, principalmente de ruminantes, por possuírem grande potencial para o aproveitamento de coprodutos agroindustriais devido a características peculiares de seu aparelho digestório e a simbiose com os microorganismos do rúmen. Isso faz com que os resíduos sejam transformados em nutrientes que podem ser aproveitados pelo animal.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o consumo, o coeficiente de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e o balanço de nitrogênio de dietas contendo feno de coast-cross (*Cynodon dactylon*) e diferentes níveis de inclusões da torta de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) em substituição ao farelo de soja, utilizando-se borregas da raça Santa Inês em ensaio metabólico.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Biodiesel**

A crescente preocupação mundial com o meio ambiente, juntamente com a busca por fontes de energia renováveis, faz com que diversos países, dentre eles o Brasil, procurem o caminho do domínio tecnológico dos biocombustíveis, tanto em nível agrônomico como industrial (ABDALLA et al., 2008). O uso de biocombustíveis acarreta ganhos ambientais, promovendo a redução direta das emissões de gás carbônico e também a fixação de carbono atmosférico pela fotossíntese durante o crescimento das culturas que geram óleo (PLÁ, 2002).

Do ponto de vista econômico, a produção do biodiesel pode contribuir para a redução da dependência externa do país com a substituição de parte do diesel mineral importado, visto que este é o derivado do petróleo mais consumido no Brasil (DOMINGOS, 2005).

Atualmente, a Alemanha lidera a produção mundial de biodiesel com 42% enquanto que a União Europeia domina 90% do mercado. Os EUA, por sua vez, estimularam a produção de álcool baseado na produção de milho. A principal matéria-prima utilizada para o processamento de biodiesel europeu é a colza (canola) e, em menores proporções, os óleos de soja, de palma e de girassol (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE, 2007).

As primeiras experiências com o uso comercial do biodiesel na Europa surgiram nos anos da Segunda Guerra Mundial. Já no Brasil, a primeira experiência com biocombustíveis ocorreu em 1931, quando o governo autorizou a utilização do álcool etílico, obtido a partir da cana-de-açúcar, misturado à gasolina, em proporções entre 2 a 5%. Já em 1975, houve a criação do Programa

Nacional do Álcool (Proálcool) que visava à substituição parcial da gasolina por álcool etílico, sendo mais um investimento do país em energias renováveis (BRASIL, 2005).

Acontecem também nesse mesmo período da criação do Proálcool, mas de forma mais tímida, algumas experiências voltadas à produção de biodiesel que acabaram não evoluindo na ocasião devido ao alto custo da produção e do esmagamento das oleaginosas. Os estudos e experiências da década de 80 foram realizados com as matérias-primas provenientes das culturas de mamona e de soja, criando o Programa Nacional de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (Pró-óleo), pela Resolução nº 07 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) com o objetivo de promover a substituição de até 30% do óleo diesel apoiado na produção de soja e mamona (SEBRAE, 2007).

O biodiesel substitui total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo em motores ciclodiesel automotivos (de caminhões, tratores, camionetas, automóveis, etc.) ou estacionários (geradores de eletricidade, calor, etc.), podendo ser usado puro ou misturado ao diesel em diversas proporções.

Em 13 de janeiro de 2005, a Agência Nacional do Petróleo (ANP) regulamentou a Lei nº 11.097/05, que introduziu o biodiesel na matriz energética do país, estabelecendo prazos para o cumprimento da adição de percentuais mínimos de mistura de biodiesel ao diesel mineral. Em 24 de março de 2005, foi inaugurada em Belo Horizonte (MG) a primeira usina e posto revendedor do biodiesel (ASSUMPÇÃO, 2007).

A lei implantada em 2005 traz autorização do uso do B2 (2% de biodiesel e 98% de petrodiesel) que, a partir de 2008, torna-se obrigatório, permitindo então, o uso do B5 (5% de biodiesel e 95% de petrodiesel). Esse, por sua vez, torna-se obrigatório apenas em 2013. Esse plano deve ser reavaliado periodicamente frente ao aumento qualitativo e quantitativo da produção

nacional, cujos percentuais poderão ser restabelecidos com a perspectiva de alcançar o nível de 20% de acréscimo (B20) (DOMINGOS, 2005).

Entre janeiro e junho de 2008, a mistura de biodiesel ao óleo diesel foi de 2% como havia previsto a lei de 2005. Já a partir de julho de 2008 a junho de 2009, a adição chegou a ser de 3% e, entre julho de 2009 a dezembro do mesmo ano, a adição foi de 4%, exceto o óleo diesel para uso aquaviário, que só deverá conter biodiesel a partir de janeiro de 2011 (AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO - ANP, 2010).

Qualquer fonte de lipídios (óleos ou gorduras) pode ser matéria-prima para produção de biodiesel, seja vegetal (óleos de soja, mamona, dendê (polpa e amêndoa), coco, babaçu, girassol, canola, algodão, oiticica, linhaça e das sementes de maracujá, abacate, tomate e nabo forrageiro), seja animal (sebo, óleo de peixe, mocotó, banha de porco) ou mesmo óleos residuais como aqueles de frituras, cuja disponibilidade está estimada em cerca de 30 mil toneladas por ano (HOLANDA, 2004).

O Brasil é um país que, por sua extensa área geográfica, clima tropical e subtropical, favorece uma ampla diversidade de matérias-primas para a produção de biodiesel. Destacam-se no Brasil, dentre as principais matérias-primas visadas para o biodiesel, as oleaginosas como o algodão, amendoim, dendê, girassol, babaçu, mamona, pinhão manso, nabo forrageiro e soja.

O biodiesel é definido como um mono-álquil éster de ácidos graxos, derivado de fontes renováveis, obtido através de um processo químico chamado transesterificação (Figura 1) de óleos vegetais com álcoois (metanol ou etanol) através da catálise básica, utilizando o hidróxido de sódio ou potássio como catalisadores, na qual a glicerina é separada da gordura ou óleo vegetal (PARENTE et al., 2003).

Portanto, a transesterificação nada mais é do que a separação da glicerina do óleo vegetal. Durante o processo em que ocorre a transformação do



óleo vegetal em biodiesel, a glicerina, que compõe cerca 20% da molécula de óleo vegetal, é removida (deixando o óleo mais fino ao reduzir sua viscosidade) e substituída pelo álcool proveniente do etanol ou metanol. A glicerina, coproduto da produção de biodiesel, pode ser utilizada como matéria-prima na produção de tintas, adesivos, produtos farmacêuticos, têxteis etc, aumentando a competitividade do produto (MEIRELLES, 2003).

Além da glicerina, a cadeia produtiva do biodiesel gera uma série de outros coprodutos como torta, farelo, etc. que podem agregar valor e se constituir em outras fontes de renda importantes para os produtores.

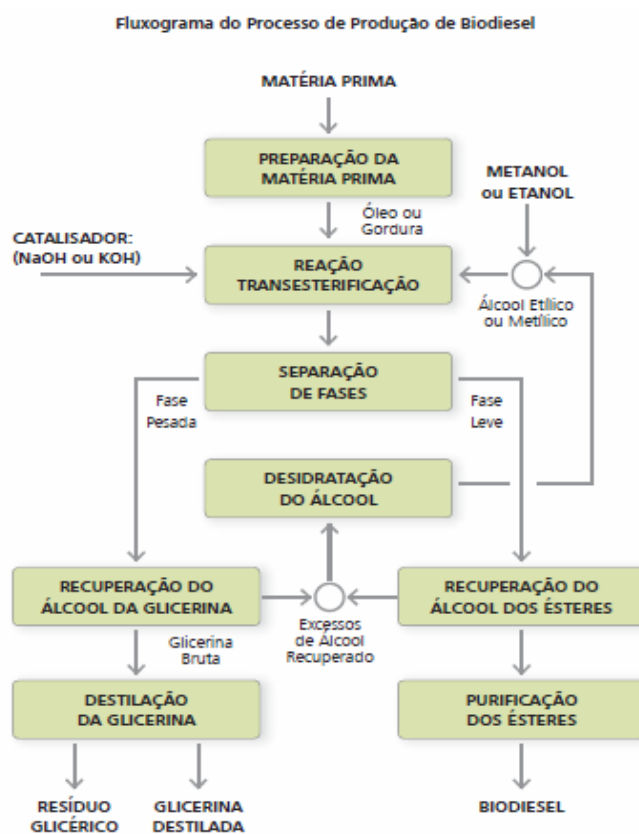


Figura 1 Processo químico de transesterificação para produção do biodiesel  
Fonte: Parente et al. (2003)

## 2.2 Coprodutos do biodiesel

Os coprodutos gerados pela cadeia produtiva do biodiesel devem ser focos de análises mais detalhadas, pois podem ser fator determinante para a viabilidade econômica da produção desse combustível. Entre os principais pode-se citar: glicerina, lecitina, farelo e a torta de oleaginosa.

Geralmente, a torta ou o farelo gerados na extração do óleo não passam por processo de agregação de valor porque são desconhecidas suas potencialidades econômicas e nutricionais, salvo algumas exceções como soja, algodão e girassol (ABDALLA et al., 2008).

A glicerina bruta, obtida através do processo da formação do biodiesel, apresenta teores de glicerol variando de 80 a 95 % (RAMOS et al., 2000 citados por BERENCHTEIN, 2008). Na indústria, quando purificada, várias são as aplicações da glicerina, entre as quais se destacam os usos em tabaco, alimentos, bebidas e cosméticos (PERES; FREITAS JÚNIOR; GAZZONI, 2005). No entanto, são necessários processos complexos e de alto custo para que essa matéria-prima alcance as exigências em grau de pureza necessária para estes fins (DINIZ, 2005).

As tortas são obtidas após a extração mecânica do óleo e dos farelos por meio de solventes. Na extração por prensagem, o teor de óleo observado vai depender da espécie e das especificações da prensa, variando entre 15 e 27% (CLEEF, 2008). Já os farelos, por serem extraídos utilizando-se solventes, apresentam teor de óleo da ordem de 1,5%, assim resultando em um maior teor de proteína bruta (EVANGELISTA et al., 2004).

Deve-se salientar que, apesar de ser menos eficiente na retirada da fração lipídica, a extração por prensa constitui o sistema mais viável em pequena escala, por não depender das exigências de instalações e segurança inerentes ao processamento com uso de solvente.

A maioria das tortas ou farelos das oleaginosas que vêm sendo utilizadas para produção de biodiesel no Brasil é passível de utilização na alimentação animal, porém, cada uma com suas particularidades no que diz respeito a cuidados antes de serem fornecidas aos animais. Isso devido a alguns fatores tóxicos ou antinutricionais, a quantidades máximas dentro da formulação das dietas dos animais e práticas de armazenamento (ABDALLA et al., 2008).

Para investigar e quantificar a presença dos metabólitos secundários bioativos nas tortas e farelos, é possível proceder à extração com metanol e /ou solução de acetona e o extrato analisado em cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) conforme as metodologias específicas para ester de forbol encontrado no pinhão manso (MAKKAR; BECKER, 1999), gossipol encontrado no algodão (CAI; ZHANG; ZENG, 2004), ricina encontrado na mamona (REYES; KODA, 2001) e flavonóides encontrados no babaçu (PEKKARINEN; HEINONEN; HOPIA, 1999).

### **2.3 Coprodutos na alimentação animal**

Os coprodutos da agroindústria são fontes valiosas de proteína, energia e fibra para indústria de produção animal (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 1989).

Como os ingredientes utilizados em concentrados para animais encontram-se em ampla demanda no mercado mundial e possuem elevados custos, os coprodutos vêm como uma alternativa a mais na fabricação dos concentrados, aumentando as opções dos ingredientes no mercado que podem ser fontes alternativas de nutrientes, proporcionando um menor custo de produção.

Os coprodutos da agroindústria com alto teor de fibra também podem ser utilizados para substituir forragens, quando a disponibilidade das mesmas é

baixa ou os preços são elevados (CHASE, 1995). A inclusão de coprodutos ricos em fibra, tais como o caroço integral de algodão em rações de vacas em lactação, influencia positivamente a digestão da parede celular (VARGA; DANN; ISHLER, 1998).

O mesmo acontece com a torta de dendê, quando utilizada em adição até 30% em dietas para ovinos em substituição ao feno de Tifton 85, que se mostrou viável por não modificar o quadro de balanço de nitrogênio positivo e por proporcionar manutenção do peso dos animais nos períodos críticos do ano (CARVALHO, 2006). Devido ao fato de a torta de dendê ser um alimento pobre em proteína (13,87% PB) e com alta concentração de fibra (>79% FDN), sua composição é compatível com aquela apresentada por forrageiras como o capim-tifton (*Cynodon spp.*) (BONFIM; SILVA; SANTOS, 2009).

As limitações para a transformação dos coprodutos em alimentos para os animais estão ligadas à deficiência e/ou a desequilíbrios nas características nutricionais do coproduto e aos custos com a coleta, com o transporte e, geralmente, com o tratamento necessário para melhoria de seu valor nutritivo (BURGI, 1992). Sendo assim, é necessário levar em consideração a composição do coproduto utilizado. Se por um lado, a presença do óleo eleva o valor de energia das dietas e, na maioria das vezes, melhora o perfil da gordura presente nos produtos animais, por outro, pode reduzir o consumo voluntário e a produção pela interferência na digestão da fibra ou palatabilidade das dietas (BONFIM; SILVA; SANTOS, 2009).

Um dos coprodutos gerados no processo de produção do biodiesel é a glicerina bruta, que causa grande interesse de utilização na alimentação animal devido ao seu alto teor energético, sendo esse valor determinado em função de pureza em glicerol, uma vez que diversas impurezas podem estar presentes no produto.

Em ruminantes, Schröder e Südekum (1999) utilizando glicerol como substância glicogênica em dieta para vacas com alta produção de leite, concluíram que o glicerol melhorou o suprimento de energia e auxiliou na prevenção de problemas de cetose.

A glicerina também vem sendo estudada na alimentação de suínos e aves. Como fez Berenchtein (2008) que, ao estudar níveis crescentes de glicerina na alimentação de suínos em crescimento e terminação, observou a possível utilização de até 9% como ingrediente energético nas rações sem afetar o desempenho e as características da carcaça. Simon, Bergner e Schwabe (1996), avaliando níveis de até 25% de glicerina bruta nas dietas de frango de corte, concluíram que a inclusão de até 10% do produto não afetou negativamente o desempenho dos animais.

Outros coprodutos como farelos e tortas também estão sendo de grande interesse para pesquisas, sendo comprovado por trabalhos como o de Almeida (2005) que, ao trabalhar com vacas leiteiras alimentadas com dietas contendo farelo de babaçu, constatou o aumento da produção de leite e melhor viabilidade econômica quando acrescentada até 20%. Já Santos (2008), com o objetivo de avaliar a substituição de farelo de girassol e milho por torta de girassol em dietas de vacas leiteiras, concluiu que o consumo não foi comprometido podendo ser utilizada até 60%.

Santos, Ezequiel e Oliveira (2009), visando a avaliarem a inclusão de grão de canola e coprodutos na dieta de ovinos, concluíram que é possível incluir até 8% de grãos, farelo ou torta de canola na dieta de ovinos, sem efeito na digestibilidade dos nutrientes.

O farelo e as cascas da semente de algodão também são utilizados na alimentação animal, fornecendo proteína e energia e são usados principalmente em dietas de ruminantes, pois estes não são prejudicados pelo fator tóxico

(gossipol) presente neste material, se fornecido em quantidades controladas (MATOS, 2007).

Mello et al. (2008), avaliando o efeito da inclusão de farelo de nabo forrageiro nas proporções de 0%; 7,5% e 15% na dieta de bovinos nelore, mantidos em pasto rotacionado e recebendo 600 g/dia de suplemento com 35% de PB, não observaram alteração no consumo pelos animais.

Santos, Ezequiel e Oliveira (2009), ao incluírem torta de girassol até 36% na dietas de vacas leiteiras em substituição ao farelo de soja, também reportaram que o consumo de matéria seca não foi afetado. Resultados estes parecidos com os encontrados por Garcia et al. (2006) que, ao incluírem farelo de girassol na dieta, não observaram redução no consumo e no ganho de peso de bovinos leiteiros em crescimento, sendo o máximo de substituição do farelo de soja pelo de girassol de 45%.

#### **2.4 Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*)**

O nabo forrageiro é uma planta que pertence à família *Brassicaceae*, antigamente chamada de Crucíferas, e está entre as mais antigas espécies usadas para a produção de óleo vegetal, sendo cultivado principalmente na Ásia Oriental (INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION - ITIS, 2010). É muito utilizada na adubação verde, rotação de culturas e recentemente na nutrição animal principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (CROCHEMORE; PIZA, 1994).

Apresenta tolerância a baixas temperaturas (geadas), elevada capacidade de reciclagem de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo), rápido desenvolvimento (150 a 200 dias para o ciclo completo) e bom desenvolvimento em solos relativamente pobres e ácidos (CRUSCIOL et al., 2005; TOMM et al., 2002 citados por WILHELM; DOMINGOS; RAMOS, 2006).

O nabo forrageiro é uma planta vigorosa que, em 60 dias, cobre cerca de 70% do solo e apresenta crescimento inicial rápido. O sistema radicular é pivotante e profundo, podendo atingir mais de dois metros de profundidade. Após 80 dias do plantio ocorre o florescimento, chegando a sua plenitude mais ou menos aos 120 dias.

A altura da planta varia de 1,0 a 1,80 metros e, ao competir com as ervas daninhas desde o início (devido ao crescimento rápido), diminui os gastos com herbicidas ou capinas (BRASSI; DENUCCI; PORTAS, 2010).

O plantio pode ser a lanço ou utilizando plantadeiras com espaçamento de 20 cm a 40 cm entrelinhas e 25 sementes por metro linear (ZANELLA, 2005).

Ainda de acordo com o último autor citado, quando plantada na época certa (maio/abril), a produção dessa espécie vegetal pode chegar a seis toneladas de matéria seca/ha, tendo um rendimento de 284litros/ha para o biodiesel.

O nabo forrageiro também é uma planta alternativa para a alimentação dos animais na época seca do ano, podendo ser usada para pastejo ou cortada e fornecida no cocho além de poder ser utilizada em consórcio com leguminosas (PEREIRA, 2006).

O nabo forrageiro ainda é pouco explorado no Brasil, mas apresenta potencial para a produção de biocombustíveis pela facilidade de produção em unidade de produção familiar (SLUSZZ; MACHADO, 2006 citados por BONFIM; SILVA; SANTOS, 2009).

O nabo forrageiro apresenta produtividade mínima de 500 Kg de semente por hectare, e apresenta teor de óleo da ordem de 40% a 54%, o que permite bom rendimento da sua produção por simples extração mecânica, dispensando a necessidade de complexos industriais para extração por solventes, como no caso da soja. Por se tratar de uma planta oleaginosa de fácil cultivo, seu

óleo já integra o quadro nacional de matérias-primas regionais para produção de biodiesel (WILHELM; DOMINGOS; RAMOS, 2006).

A composição química do óleo pode variar entre as espécies de acordo com os teores de ácido linoléico, linolênico, oleico, palmítico, esteárico, araquídico, erúcido e outros. De acordo com Domingos (2005), a composição do óleo de nabo forrageiro encontrada foi: linolenato (12,46%), linoleato (17,78%), oleato (34,53%), palmitato (5,67%), gadoleato (9,99%), estearato (2,23), erucato (16,37%) e araquidato (0,97%). Observa-se que o óleo bruto de nabo forrageiro apresenta teores consideráveis de ácidos de ocorrência não comum, como os ácidos erúcido e gadoleico. Segundo Ferreira et al. (2008), glucosídeos e ácido erúcido são substâncias que podem ser inibidores nutricionais.

Ainda em relação ao trabalho de Domingos (2005), o óleo de nabo forrageiro apresentou maior semelhança com o óleo de colza. No entanto, teores consideravelmente menores de ácido linolênico foram observados em sua composição química, paralelamente a maiores concentrações de ácido oleico. Tais características tornam o óleo de nabo forrageiro menos susceptível a rancificação oxidativa.

Além de todas as características citadas anteriormente, deve-se destacar que tanto o seu custo de produção, que é irrisório frente a culturas como a da soja ou girassol, quanto o seu elevado teor de óleo favorecem o desenvolvimento de iniciativas descentralizadas para produção da bioenergia, as quais, desde que bem conduzidas, poderão contribuir com a constituição de sistemas produtivos que se harmonizam perfeitamente com a agricultura familiar, conforme os objetivos recentemente anunciados pelo governo federal.



## 2.5 Torta de nabo forrageiro

A torta de nabo forrageiro, oriunda do processo de extração do óleo, apresenta um elevado valor de mercado, pois, além de ser isenta de resíduos de solvente, tem um elevado teor de proteínas e gordura.

A torta de nabo forrageiro ainda é pouco estudada na literatura, mas é um alimento proteico (>37% PB), com teor de fibra intermediário (29,74% FDN). A presença de alto teor de óleo na torta (>16% EE) confere a este material uma concentração de energia próxima ao do farelo de soja. No entanto, devem-se observar os níveis máximos de utilização de óleo para ruminantes (BONFIM; SILVA; SANTOS, 2009).

Souza et al. (2009), ao caracterizar quimicamente sementes e tortas de pinhão manso, nabo forrageiro e crambe, encontraram valores de extrato etéreo e proteína para a torta de nabo forrageiro de 11,73 e 49,47%, respectivamente. Já Neiva Junior et al. (2007), comparando a composição química de algumas tortas utilizadas na alimentação animal, obtiveram valores de extrato etéreo e proteína para a torta de nabo forrageiro de 24 e 37,5%, respectivamente com base na matéria seca. Esses autores ressaltaram a atenção com o nível de óleo a ser ministrado para ruminantes, tendo em vista que a adição superior a 7% de extrato etéreo da matéria seca pode prejudicar a degradação do alimento.

A variação nos resultados encontrados pelos diferentes autores citados pode ser devido à variedade da semente utilizada, tratamento prévio, ou mesmo, diferentes tipos de prensas e sistemas de prensagem, podendo assim, promover variação na composição final das tortas. Dos componentes afetados, o conteúdo de óleo na torta é o que apresenta maior variação. Por isso é imprescindível sua devida caracterização.

Segundo Neiva Júnior et al. (2007), a torta de nabo forrageiro apresentou valores de FDN e FDA de 27,25% e 21,94%, respectivamente. O

valor encontrado de FDN foi inferior ao recomendado por Soest (1994) (55-60%) para não afetar o consumo e a digestibilidade. O mesmo aconteceu com o valor de FDA que, segundo Mertens (1994), deve ficar em torno de 30% ou menos para não interferir no consumo de matéria seca.

Com o objetivo de caracterizar a torta de nabo forrageiro para a nutrição de ruminantes, Fortaleza et al. (2009), utilizando bovinos canulados no rúmen, constataram que a torta de nabo forrageiro apresenta 15,77% de fração nitrogenada não proteica, 27,58% de fração proteica de rápida degradação no rúmen, 42,34% de fração proteica insolúvel, 11,65% de fração proteica insolúvel lentamente degradável e 2,64% de fração indegradável no rúmen. No que tange a carboidratos, foram encontrados 43,68% para a fração correspondente a açúcares simples de rápida degradação ruminal, 41,74% de fração digestível de parede celular e 15,75% de fração indigestível da parede celular.

Segundo Ribeiro et al. (2007), a torta do nabo forrageiro pode substituir o farelo de soja em dietas para terminação de cordeiros até o nível de 21% de substituição ou 4,1% na dieta total (31 g/(cab.dia).

Alves et al. (2007), avaliando a influência de rações contendo torta de nabo forrageiro sobre o nitrogênio amoniacal no rúmen de bovinos, concluíram que a inclusão de até 75% de torta de nabo forrageiro não alterou o consumo de matéria seca e matéria orgânica. Além disto, aumentou o consumo de extrato etéreo e promoveu uma maior produção de nitrogênio amoniacal no rúmen.

Barbero et al. (2007) também concluíram que a inclusão de até 75% de torta de nabo forrageiro, em substituição ao farelo de soja, não interfere no consumo e digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta quando fornecida para bovinos.

A torta de nabo forrageiro não vem sendo utilizada apenas na alimentação de ruminantes, podendo-se destacar estudos em que ocorreram a utilização da mesma em dietas para suínos. É o caso de Silva et al. (2007) que,

avaliando a digestibilidade de suínos em fase de crescimento e terminação, encontraram valores de digestibilidade da torta de nabo forrageiro que indicam que o produto tem potencial para ser utilizado em rações de suínos em crescimento e terminação, preservada a necessidade de estar isento dos fatores antinutricionais conhecidos.

Os mesmos autores relatam que há necessidade de estudos aprofundados dos componentes tóxicos ou antinutricionais da torta de nabo forrageiro: o ácido erúxico e os glucosinolatos. Estes componentes previamente limitam qualquer tentativa de uso do nabo como um insumo em rações de suínos e aves e, assim, sua incorporação pede obrigatoriamente um processo de destoxificação ou de melhoramento genético.

O óleo do nabo deve conter menos de 2% de ácido erúxico e os componentes sólidos livres de óleo da semente devem conter menos de 30 micromoles de glucosinato por grama de sólido seco ao ar (CANOLA, 1993 citado por SILVA et al., 2007).

Em relação a frangos, há também estudos mostrando a possibilidade de utilização da torta de nabo forrageiro. Brunelli et al. (2007), em ensaio de digestibilidade para determinar os valores nutricionais e energéticos da torta de nabo forrageiro, encontraram: 92,39% de matéria seca, 43,77% de proteína bruta, 14,35% de extrato etéreo, 5,09% de fibra bruta, 4,55% de matéria mineral e 5113 kcal/kg de energia bruta (EB), 3531 kcal/kg de energia metabolizável aparente (EMA) e 3067 kcal/kg de energia aparente corrigida (EMAc) pelo balanço de nitrogênio.

Portanto, levando em consideração as informações colocadas acima, é possível afirmar que o resíduo do nabo forrageiro, coproduto gerado a partir da produção do biodiesel, pode ser utilizado em dietas para ruminantes como fonte alternativa de proteína com o intuito de diminuir os custos de produção.

## 2.6 Ovinocultura

A ovinocultura foi uma das primeiras explorações animais realizadas pelo homem no começo da civilização, proporcionando-lhe alimento em forma de carne e leite, e proteção através da lã e da pele (AMÉRICO SOBRINHO, 2001).

O rebanho nacional de ovinos possui cerca de 16 milhões de animais e, comercialmente, destacam-se a Nova Zelândia e a Austrália, como sendo os principais exportadores mundiais de carne e lã de ovinos, porém, o Uruguai fornece mais de 90% da carne ovina importada e consumida no Brasil (ANUÁRIO..., 2009).

A ovinocultura racionalmente bem explorada e conduzida em sintonia com aspectos ambiental, econômico e social, é, sem dúvida, uma excelente alternativa para diferentes ecossistemas existentes no Brasil (SIMPLÍCIO, 2001).

Nos tempos atuais, a ovinocultura desempenha importante papel econômico no Brasil. A procura pela carne ovina, antes mais valorizada na região sul do país devido ao mercado de lã, aos poucos vem aumentando devido à introdução de raças deslanadas, não só no Nordeste, mas em quase todas as regiões do país.

O aumento do interesse por pequenos ruminantes é comprovado pelo número de pesquisas que vêm sendo realizadas, sempre buscando melhoria dos aspectos nutricionais, uma vez que maior eficiência no sistema alimentar pode apresentar redução nos custos de produção (SANTOS, 2006).

Dentro da produção animal, alguns fatores assumem grande importância no desempenho dos indivíduos: a genética, o ambiente, a nutrição e também a interação entre eles.

A alimentação é a maior responsável pelos custos de produção na ovinocultura. Portanto, é fundamental conhecer suas características incluindo a composição química dos alimentos, objetivando o ajuste de dietas nutricionalmente equilibradas e a exploração da máxima capacidade digestiva dos animais para alcançar o potencial genético da raça.

Os ovinos possuem a capacidade de aproveitar alimentos fibrosos e grosseiros como capins, ramos e palhas. Isto se deve à constituição do aparelho digestivo, características dos ruminantes, que apresentam o estômago muito desenvolvido e dividido em retículo, rúmen, omaso e abomaso. A capacidade de digestão e o aproveitamento de forragem dependerão da eficiência de seu desempenho e da qualidade nutricional das forragens ou outros materiais fibrosos oferecidos como parte da dieta.

O fornecimento de concentrado possibilita que as exigências nutricionais sejam atendidas expressando, assim, sua máxima capacidade de produção. Entretanto, o concentrado é o alimento que causa maior oscilação nos custos, sendo necessários estudos para que tal oscilação seja reduzida proporcionando maior lucro.

Dentre as raças de ovinos deslanadas destaca-se a Santa Inês que, ao passar por melhoramento genético, garantiu animais de maior porte e de maior precocidade. A raça Santa Inês possui a maior população de ovinos controlados pela Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO).

Tal raça é encontrada principalmente na região Nordeste do país. Considera-se que teve sua origem do cruzamento de ovinos da raça Bergamácia de origem italiana com ovinos da raça Crioula e Morada Nova (ROCHA, 2002).

## 2.7 Digestibilidade

O coeficiente de digestibilidade é um parâmetro de grande importância para a determinação do valor nutritivo de um alimento, podendo ser influenciado por vários fatores, como distúrbios digestivos, nível de consumo entre outros (CHURCH; POND, 1977).

A determinação da digestibilidade é conhecida como passo inicial para a avaliação da importância nutritiva de um alimento. O conhecimento das peculiaridades fisiológicas da espécie estudada juntamente com a avaliação da digestibilidade dos alimentos é fundamental para a evolução das pesquisas visando à criação de animal de produção. Segundo Silva e Queiroz (2002), a digestibilidade dos alimentos é medida nas diferentes espécies animais, conforme interesse do pesquisador, e usando-se distintas técnicas de campo e de laboratório.

A digestibilidade aparente de um alimento é considerada a proporção do ingerido descontando o que foi excretada nas fezes, não considerando a matéria metabólica fecal, representada principalmente pelas secreções endógenas, contaminações por microrganismos e descamações de epitélio. Quando se desconta a perda de matéria fecal metabólica, obtém-se a digestibilidade verdadeira dos alimentos (BERCHIELLI; GARCIA; OLIVEIRA, 2006).

Os primeiros experimentos de digestão foram conduzidos na mesma época em que os métodos químicos foram utilizados na avaliação dos alimentos, sendo que alguns desses métodos foram desenvolvidos pelos mesmos pesquisadores que conduziram alguns dos primeiros experimentos de digestão na “Weende Experiment Station”, na Universidade de Goettingen, na Alemanha (TEIXEIRA, 1997).

Nas primeiras tentativas ocorridas na Europa, usaram-se ensaios de alimentação, na tentativa de prever o valor nutritivo dos alimentos pela

extração dos “solúveis” em água, éter e álcool; os cientistas de diferentes cidades europeias publicaram tabelas mostrando o valor nutritivo dos alimentos e desenvolveram métodos sobre os quais muitas das técnicas atuais se baseiam (ORSKOV et al., 1980 citados por TEIXEIRA, 1997).

Atualmente, os experimentos de digestibilidade em ruminantes têm sido mais detalhados, fracionando-se a digestão, avaliando desta maneira o potencial do alimento em fornecer nutrientes para os diferentes compartimentos do trato gastrointestinal.

Também deve-se considerar a relação volumoso: concentrado que, de acordo com Santini (1992), é um dos fatores mais importantes a influenciar a digestibilidade da dieta. Assim, o fornecimento de dietas mistas é preferencial uma vez que, combinadas, melhoram a digestibilidade da dieta.

O coeficiente de digestibilidade, tanto de alimentos concentrados como de alimentos volumosos, pode ser determinado utilizando diferentes técnicas.

### **2.7.1 Técnica “*In vivo*”**

Esse método de determinação de digestibilidade foi muito utilizado em vários países para avaliação dos diferentes alimentos para ruminantes. Na determinação, considera-se o alimento ingerido e os nutrientes recuperados nas fezes, calculando-se a digestibilidade por diferença, podendo ser estudada a digestibilidade da matéria seca e dos diferentes nutrientes. Neste método, quantifica-se o alimento ingerido e as fezes excretadas correspondentes ao alimento a ser estudado.

A técnica “*In vivo*”, apesar de ser considerada metodologia mais confiável, apresenta a dificuldade em relação ao número de animais, controle rigoroso da quantidade ingerida e excretada e instalações adequadas. Normalmente, o custo da implantação das instalações ou aquisição das gaiolas

de metabolismo é muito alto, inviabilizando o uso da metodologia (BERCHIELLI; GARCIA; OLIVEIRA, 2006).

A determinação “*in vivo*” da digestibilidade de um alimento pode ser obtida a partir de métodos diretos e indiretos. O método direto ou convencional é feito através da coleta total das excreções, sendo o coeficiente de digestibilidade aparente calculado a partir da análise química de cada fração.

O método indireto normalmente é feito através da utilização de indicadores, que podem ser internos ou externos. Essa técnica foi desenvolvida considerando-se a impossibilidade de se coletar o total de fezes excretadas. A determinação final é predita a partir da mensuração da concentração do marcador usado nas fezes e no alimento.

Os indicadores podem estar ou não presentes naturalmente na dieta. Dentre os indicadores considerados internos, estão as frações fibrosas dos alimentos que não são digeríveis como a sílica e lignina, por exemplo, e que proporcionalmente possam ser determinadas nas fezes. Como marcador externo mais utilizado tem-se o óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) que pode ser adicionado na dieta numa quantidade conhecida e depois identificada nas excretas.

## **2.8 Consumo**

O consumo é o componente que exerce papel de maior importância na nutrição animal, uma vez que determinará o nível de nutrientes ingeridos (BERCHIELLI; GARCIA; OLIVEIRA, 2006) e tal avaliação, em condições de pastejo ou confinamento, tem sido um constante desafio para os nutricionistas.

A avaliação do consumo é fundamental, em decorrência dos custos com alimentação nesses sistemas em que se procuram animais produtivos com menor custo de produção.



O consumo de matéria seca está diretamente ligado ao desempenho dos animais, pois determina a quantidade de nutrientes ingeridos necessários para atender às exigências de manutenção e produção animal (GOMIDE, 1993).

As estimativas do consumo de alimentos em ovinos são vitais para o estabelecimento dos requerimentos nutricionais dos animais, necessários à formulação das dietas (NRC, 1985). Na estimativa do consumo, devem ser consideradas as limitações relativas ao animal, ao alimento e às condições de alimentação (BURGER; PEREIRA; SILVA, 2000).

A determinação do consumo é facilitada quando se trabalha com animais em sistemas de confinamento, tornando-se mais difícil obter tais determinações quando se avaliam animais em sistema de pastejo (POPPI et al., 2000 citados por BERCHIELLI; GARCIA; OLIVEIRA, 2006).

Variações na produção animal estão correlacionadas com as características de consumo de alimentos em relação a outras características da dieta, tais como digestibilidade aparente, e fatores que afetam o consumo de matéria seca (CMS).

Os ruminantes possuem reconhecida capacidade seletiva de alimentos que afetam em diferente intensidade o comportamento. A seleção pode ser dependente da forragem utilizada, sendo que nas pastagens as características morfológicas das plantas exercem grande influência, alterando a quantidade e a composição do consumido, enquanto que em regime de confinamento características como tamanho de partícula são mais relevantes (BERCHIELLI; GARCIA; OLIVEIRA, 2006).

Fatores fisiológicos, físicos e psicogênicos também parecem controlar o consumo de ruminantes (MERTENS, 1994). Para dietas com altas densidades calóricas, a saciedade seria um fator fisiológico limitante do consumo e, neste caso, as exigências do animal controlariam o consumo em condições de confinamento. Entretanto, em dietas de baixa qualidade, os fatores físicos seriam

os limitantes do consumo que ocorreria pela ocupação máxima da capacidade anatômica do rúmen-retículo, de modo que, raramente, os animais ingerem energia suficiente para atender seus requisitos, o que geralmente ocorre com animais em pastejo. Já os moduladores psicogênicos referem-se à resposta do animal aos fatores estimuladores ou inibidores do alimento ou do ambiente de alimentação, os quais não estão relacionados à concentração de energia do alimento (MERTENS, 1994).

Outros fatores também podem afetar o consumo positiva ou negativamente e não dependem necessariamente do alimento, como o estado sanitário do animal, o conforto térmico, o sistema de manejo de alimentação etc.

Mertens (1994) ainda destaca que o ideal é expressar o consumo de rações de baixa qualidade em % PV, por se encontrar mais relacionado ao tamanho e à capacidade do trato digestivo. Quando o consumo é limitado pela demanda de energia, a melhor forma de expressá-lo é com base no peso metabólico.

O consumo e a digestibilidade são parâmetros essenciais em vários sistemas de formulação de dietas para ruminantes. A medição desses parâmetros faz-se necessária, pois estes possuem alta correlação com a ingestão de matéria seca, assim como eficiência de absorção e aproveitamento dos nutrientes (MACEDO JÚNIOR; PÉREZ; ALMEIDA, 2006).

## **2.9 Balanço de nitrogênio**

A proteína tem um papel fundamental na nutrição de ruminantes, sendo sua essencialidade não apenas no fornecimento de aminoácidos para o animal, mas principalmente, por ser fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana (OLIVEIRA et al., 2004).

Em ruminantes, os alimentos ingeridos são degradados primeiramente no rúmen, antes de sofrerem a digestão enzimática no abomaso e intestino, onde grande parte das proteínas verdadeiras da dieta é modificada, sendo convertidas em compostos simples (como amônia, aminoácidos e peptídeos) e, por consequência, tornam-se fontes de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana.

O nitrogênio, expresso como proteína bruta, é um dos ingredientes que recebe especial atenção, não só pela sua influência no metabolismo e produção animal, mas também por seu elevado custo, sendo preciso avaliar para que não haja fornecimentos em quantidades elevadas, causando excessivas perdas via fezes e urina.

Chalupa et al. (1970) relataram que maiores excreções nitrogenadas via urina são decorrentes de excesso de N solúvel na dieta ou da ineficiência no aproveitamento deste pelos microrganismos ruminais, principalmente quando em condições de excessos de PB ou do uso excessivo de fontes de NNP na dieta, sendo assim, importante o estudo de balanço de nitrogênio.

O balanço de nitrogênio (BN) é a medida da ingestão de nitrogênio, presente nas proteínas, menos o nitrogênio excretado ou perdido pelo organismo durante um determinado tempo, geralmente um período de 24 horas. Assim, o BN resulta da diferença entre o nitrogênio ingerido (NI) e o nitrogênio excretado (urina, fezes e outras perdas).

O balanço dos compostos nitrogenados permite avaliar o estado nutricional dos animais através dos produtos finais absorvidos e da extensão das perdas excretadas, podendo refletir na resposta produtiva. Mas, para que se possa quantificar o nitrogênio presente na urina e nas fezes, faz-se necessário o conhecimento do volume urinário e da produção de matéria seca fecal (PEREIRA, 2007).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Época de realização do experimento**

O experimento foi conduzido no Setor de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA) - MG, no período de junho a agosto de 2009.

#### **3.2 Ensaio experimental, animais e instalações**

O experimento de metabolismo foi conduzido em dois períodos, sendo esses necessários para se obter um número de seis observações por tratamento, totalizando 30 observações ao final do experimento. Cada período foi composto por 21 dias, sendo 15 dias de adaptação à dieta e sete dias de coleta.

Foram utilizadas 15 borregas da raça Santa Inês nos dois períodos com média de 29,4 kg ( $\pm 7,02$ ) de peso vivo e idade média de dez meses ( $\pm 3,82$ ), as quais receberam um tratamento contra parasitos internos e externos antes do início do período experimental.

Os animais foram alojados durante todo o período experimental em gaiolas de metabolismo próprias para o ensaio de digestibilidade *in vivo*, equipadas com coletores de fezes e urina (acoplados no assoalho), cochos e bebedouros individuais.

#### **3.3 Manejo experimental**

Os alimentos utilizados na confecção dos concentrados foram coletados a cada período para posteriores análises bromatológicas.

O arraçoamento foi feito duas vezes ao dia. Às 8h da manhã foram fornecidos 60% do total e o restante foi fornecido no final da tarde. A quantidade fornecida foi calculada diariamente visando a uma sobra de 15%.

Cada animal teve acesso à água limpa e fresca *ad libitum*, disponibilizada em baldes plásticos acoplados às gaiolas de metabolismo.

Foi feita coleta total de fezes, de urina e de sobras nas manhãs de todos os dias de coleta de cada período. As fezes foram recolhidas em bandejas plásticas e a urina foi acondicionada em baldes plásticos, adaptados com uma tela, evitando que as fezes e a urina se misturassem. Cada balde recebeu 30 mL de uma solução de HCl a 50%, a fim de evitar fermentação microbiana e perdas de nitrogênio por volatilização.

Após ter o volume total registrado, amostras diárias de urina foram coletadas (20%) e congeladas a -20°C. Ao final de cada período, após homogeneização e filtração da urina, as alíquotas formaram uma amostra composta por animal, que foram acondicionadas em recipientes devidamente identificados para serem analisadas.

As sobras, tanto das dietas quanto das fezes, foram coletadas e pesadas diariamente e o valor anotado. Foram pesados à parte 20% do total de fezes e sobras de cada animal e em seguida congelados a -20°C. Ao final de cada período, após homogeneização, foi formada uma amostra composta por animal das sobras e outra de fezes para posteriores análises químico-bromatológicas.

### **3.4 Obtenção da torta de nabo forrageiro**

A extração da torta de nabo forrageiro foi feita com a utilização de uma miniprensa mecânica tipo “expeller” em aço inoxidável, modelo MPE-40 da Ecirtec LTDA., com capacidade para extração de 40 kg/h. As tortas de nabo

forrageiro foram obtidas no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras – MG.

### **3.5 Delineamento experimental e tratamentos**

Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos e três blocos formados com base no peso vivo dos animais no início do experimento, seguindo um delineamento em blocos casualizados com dois períodos experimentais de 21 dias cada (14 dias de adaptação e sete dias de coleta por período).

A primeira pesagem dos animais foi feita dia 28 de junho de 2009, quando, então, os animais foram sorteados aos tratamentos e instalados nas gaiolas de metabolismo. Os animais também foram pesados no início e final de cada período de coleta. O sorteio dos tratamentos foi feito de maneira que os animais não recebessem o mesmo tratamento nos dois períodos, totalizando 30 observações com seis repetições por tratamento.

De posse dos valores de seus pesos vivos, foram calculadas as dietas, elaboradas segundo os princípios e recomendações estabelecidos pelo NRC (2007).

As dietas compostas por feno de coast cross (*Cynodon dactylon*) moído, milho moído, farelo de soja, torta de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), ureia, calcário calcítico e mistura mineral foram isonitrogenadas. A caracterização bromatológica dos alimentos utilizados na elaboração das dietas experimentais encontra-se na Tabela 1 e as proporções dos ingredientes utilizados e a composição nutricional das dietas oferecidas encontram-se na Tabela 2.

Os cinco tratamentos consistiram de substituições do farelo de soja pela torta de nabo forrageiro:

- a) 100% farelo de soja e 0% torta de nabo forrageiro (controle);
- b) 75% farelo de soja e 25% torta de nabo forrageiro;
- c) 50% farelo de soja e 50% torta de nabo forrageiro;
- d) 25% farelo de soja e 75% torta de nabo forrageiro;
- e) 0% farelo de soja e 100% torta de nabo forrageiro.

Tabela 1 Caracterização bromatológica dos alimentos utilizados na elaboração das dietas experimentais

Ingredientes	Composição %								
	MS	PB	EE	FDN	FDA	NIDN	NIDA	MM	CNF <sup>1</sup>
<b>Milho moído<sup>2</sup></b>	86,50	7,16	4,23	17,23	8,40	10,41	29,51	1,44	69,93
<b>F. soja<sup>2</sup></b>	84,44	48,94	3,58	19,27	19,18	40,65	49,57	6,68	21,54
<b>T.nabo forrageiro<sup>2</sup></b>	91,80	36,21	15,51	20,85	12,73	27,91	24,70	5,59	21,84
<b>Feno<sup>2</sup></b>	87,45	10,67	1,85	74,25	45,01	6,76	4,63	6,42	6,81
<b>Ureia</b>	99,00	281,00	0	0	0	0	0	0	0
<b>Calc. Calcítico</b>	100,00	0	0	0	0	0	0	100,00	0
<b>Mist. Mineral</b>	100,00	0	0	0	0	0	0	100,00	0

<sup>1</sup>Carboidratos não fibrosos= 100- (%PB+%EE+%MM+%FDN) (HALL, 2001)

<sup>2</sup>Resultados obtidos através de análises realizadas no laboratório do Departamento de Zootecnia – UFLA

Tabela 2 Proporções dos ingredientes e composição nutricional das dietas Oferecidas

Ingredientes	Tratamentos (% de torta de nabo forrageiro)				
	0	25	50	75	100
Milho moído	47,71	47,64	47,38	47,26	47,13
F. soja	10,34	7,70	5,14	2,53	0
T.nabo forrageiro	0	2,66	5,38	8,05	10,67
Feno	37,73	37,68	37,67	37,61	37,53
Ureia	0,48	0,60	0,73	0,85	0,98
Calc. Calcítico	1,66	1,65	1,65	1,65	1,64
Mist. Mineral	2,08	2,06	2,06	2,06	2,05

Tratamentos %	Nutrientes %								
	MS	PB	EE	FDN	FDA	NIDN	NIDA	MM	CNF <sup>1</sup>
0	87,15	13,83	3,08	38,20	22,95	11,67	20,89	7,62	37,26
25	87,35	13,86	3,41	38,21	22,76	11,34	20,22	7,56	36,97
50	87,56	13,95	3,73	38,23	22,59	11,05	19,55	7,53	36,56
75	87,76	13,99	4,05	38,22	22,40	10,74	18,89	7,49	36,25
100	87,97	14,08	4,36	38,20	22,21	10,45	18,25	7,44	35,90

<sup>1</sup>Carboidratos não fibrosos= 100- (%PB+%EE+%MM+%FDN) (HALL, 2001)

### 3.6 Mensuração do consumo

Para a mensuração do consumo foi feita coleta total. A avaliação do consumo voluntário dos nutrientes foi realizada pela diferença entre a quantidade do nutriente no material fornecido aos animais e a quantidade nas sobras retiradas dos cochos.

O consumo de NDT foi encontrado por meio da equação:

$$\text{Consumo de NDT} = (\text{consumo de MS} * \% \text{ NDT da dieta}) / 100$$

### 3.7 Análises laboratoriais

As análises bromatológicas foram feitas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA.



As amostras compostas das fezes e das sobras foram colocadas em estufa a 65°C por 72 horas para a determinação da matéria pré-seca, em seguida foram moídas por moinhos tipo Thomas-wiley em peneira de 1mm e armazenadas em potes plásticos devidamente identificados para posteriores determinações.

As determinações de matéria seca (MS) em estufa a 105°C, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e nitrogênio total (NT) nas amostras das sobras e das fezes foram feitas conforme recomendações da Association of Official Analytical Chemistry - AOAC (1990). A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas com o auxílio do aparelho Tecnal® segundo metodologia de Holden (1999).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos segundo Sniffen et al. (1992), utilizando a equação:

$$\text{NDT} = (\text{PB digestível} + \text{FDN digestível} + \text{EE digestível} \times 2,25 + \text{CNF digestível}).$$

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo a equação proposta por Hall (2001):

$$\text{CNF} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{MM} + \% \text{FDN})$$

### **3.8 Avaliação da digestibilidade**

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CD) da MS, MO, FDN, FDA, PB e EE foram obtidos conforme metodologia adotada por Silva e Leão (1979) utilizando a seguinte equação:

$$\text{CD} = \frac{(\text{nutriente ingerido} - \text{nutriente excretado})}{\text{nutriente ingerido}} \times 100$$

### 3.9 Balanço de nitrogênio

O balanço de nitrogênio (BN) foi determinado pela diferença entre o nitrogênio (N) consumido e o N excretado total, representado pelo N eliminado nas fezes e na urina. O resultado representa o total de N retido no organismo do animal, conforme:

$$N \text{ RETIDO} = (N \text{ fornecido} - N \text{ sobras}) - (N \text{ fezes} + N \text{ urina}).$$

Os valores obtidos a partir da subtração do total de N ingerido, menos o N contido nas fezes, refere-se ao N absorvido, conforme:

$$N \text{ ABSORVIDO} = (N \text{ fornecido} - N \text{ sobras}) - N \text{ fezes}.$$

Os valores de N ingerido e excretado nas fezes e urina foram obtidos a partir das análises químicas realizadas, conforme já mencionado.

### 3.10 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, por meio do Software SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 1999). Todos os tratamentos em que o farelo de soja foi substituído pela torta de nabo forrageiro foram comparados com o tratamento controle pelo teste de Dunnett ( $\alpha=5\%$ ), e a avaliação dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro foi feita por análise de regressão.

O Teste de Dunnett, proposto em 1964, é utilizado para testar contrastes entre uma média de um nível padrão ou controle (testemunha) com os demais tratamentos.

O modelo estatístico adotado considerou os efeitos de tratamento, período, bloco e a interação do tratamento com o período:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + B_k + T_i * P_j + e_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  - Valor observado do tratamento  $i$  na repetição  $j$  e no bloco  $k$ ;

$\mu$  - Constante comum a todas observações (média);

$T_i$  - Efeito do tratamento  $i$ , ( $i = 1,2,3,4,5$ );

$P_j$  - Efeito do período  $j$ , ( $j = 1,2$ );

$B_k$  - Efeito do bloco  $k$ , ( $k = 1,2,3$ );

$T_i * P_j$  - Efeito da interação entre o tratamento  $i$  e o período  $j$ ;

$e_{ijk}$  - Erro experimental associado a  $Y_{ijk}$  independente, com distribuição normal de média zero e variância  $\sigma^2$ .

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Consumo de matéria seca e de nutrientes**

As médias referentes ao consumo de matéria seca (CMS) e de nutrientes encontram-se na Tabela 3. Os consumos de MS e dos nutrientes expressos em g/dia, % de peso vivo (%PV) e peso metabólico (PM) não foram afetados pela inclusão da torta de nabo forrageiro nas dietas quando comparados com o tratamento controle pelo teste de Dunnett ( $P>0,05$ ), com exceção do consumo de EE expresso em g/dia e em %PV ( $P<0,05$ ) que apresentaram maior valor médio no tratamento com 50% de substituição em relação ao controle. Já quando expresso em PM apresentou diferença significativa também no tratamento com 75% de substituição, além do tratamento com 50%.

Os valores médios encontrados para o CMS foram semelhantes aos preconizados pelo NRC (2007) para borregas de mesma faixa etária com ganho de 200 g/dia, que são 1,03 kg/dia e 3,43% PV. O consumo de proteína bruta também foi atendido segundo recomendações do NRC (2007), que é de 117g a 129g por dia.

A resposta não significativa para o consumo de matéria orgânica (CMO), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) e consumo de matéria mineral (CMM), quando comparados com o controle, pode ser explicada pelo CMS que não apresentou variações significativas, conseqüentemente não afetando o consumo dos demais nutrientes.

Tabela 3 Consumo médio diário de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE) e matéria mineral (CMM) das dietas experimentais contendo inclusão de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja em gramas por dia (g/dia), em porcentagem do peso vivo (%PV) e em gramas por kg de peso metabólico (g/kg PV<sup>0,75</sup>)

CONSUMOS	TRATAMENTOS (% da torta de nabo forrageiro)					EPM <sup>2</sup>
	0	25	50	75	100	
	<b>g/dia</b>					
<b>CMS</b>	1143,17	1218,83	1207,83	1164,67	1085,83	59,08
<b>CMO</b>	1055,67	1127,33	1115,67	1077,50	1008,17	55,15
<b>CFDN</b>	398,33	436,83	408,00	426,33	434,83	28,40
<b>CFDA</b>	246,83	266,67	240,67	251,83	255,00	15,70
<b>CPB</b>	201,67	213,00	214,33	203,50	187,00	10,07
<b>CEE<sup>1</sup></b>	37,67	42,83	46,17*	45,15	41,67	2,17
<b>CMM<sup>1</sup></b>	87,33	91,17	92,17	87,00	77,67	3,98
	<b>%PV</b>					
<b>CMS</b>	3,53	3,76	3,72	3,59	3,39	0,18
<b>CMO</b>	3,26	3,48	3,43	3,33	3,15	0,16
<b>CFDN</b>	1,24	1,34	1,26	1,32	1,36	0,09
<b>CFDA</b>	0,77	0,82	0,74	0,78	0,80	0,05
<b>CPB</b>	0,62	0,66	0,66	0,63	0,59	0,03
<b>CEE<sup>1</sup></b>	0,12	0,13	0,14*	0,14	0,13	0,01
<b>CMM<sup>1</sup></b>	0,27	0,28	0,28	0,27	0,24	0,01
	<b>g/kgPV<sup>0,75</sup></b>					
<b>CMS</b>	83,88	89,56	88,44	85,36	80,44	4,12
<b>CMO</b>	77,48	82,85	81,70	79,00	74,70	3,85
<b>CFDN</b>	29,50	32,02	29,91	31,39	32,27	2,16
<b>CFDA</b>	18,23	19,55	17,61	18,55	18,89	1,18
<b>CPB</b>	14,77	15,67	15,68	14,91	13,86	0,68
<b>CEE<sup>1</sup></b>	2,76	3,15	3,36*	3,31*	3,07	0,14
<b>CMM<sup>1</sup></b>	6,40	6,71	6,75	6,36	5,74	0,27

\*Média diferente estatisticamente do tratamento controle, pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade

<sup>1</sup>Efeito quadrático

<sup>2</sup>EPM: erro padrão da média

O comportamento do CMS é um aspecto que deve ser levado em consideração uma vez que as ofertas de alimentos não foram feitas de forma restrita, como adotam alguns autores, que optaram por este procedimento para evitar efeitos do consumo sobre a digestibilidade. Sendo assim, o comportamento da ingestão de matéria seca é resposta aos próprios tratamentos e como não apresentou grandes variações, provavelmente, não apresentará imposições às avaliações das digestibilidades.

Uma vez que os valores de CMS e dos nutrientes ficaram dentro dos preconizados pelo NRC (2007), pode-se assumir que o consumo das dietas com todos os níveis de torta de nabo forrageiro utilizados atendeu às exigências nutricionais dos animais do experimento.

Contrário ao presente trabalho, Ribeiro et al. (2007) encontraram efeito quadrático no consumo de matéria seca expresso em % PV quando a substituição do farelo de soja por torta de nabo forrageiro foi de até 75% em dietas de ovinos. Comparações estas, semelhantes à de Castro (2009) que, em ensaios com bovinos, detectou redução no consumo de MS, expresso em % PV, conforme aumentou a inclusão de torta de nabo forrageiro. Em dietas de bovinos de corte meio sangue, Barbero et al. (2007), trabalhando com substituições de farelo de soja por torta de nabo forrageiro, encontraram menor consumo de MS dos animais do tratamento com 100%, quando expressos em %PV e em  $\text{g/kg}^{0,75}$ .

Já Alves et al. (2007), trabalhando com bovinos que receberam dietas contendo torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja nos níveis de 0, 25, 50, 75 e 100%, não encontraram diferença quanto ao consumo de MS quando expresso em g/dia. Entretanto, quando se levou em consideração o peso dos animais (%PV e PM), observaram que os que receberam as dietas contendo até 75% de substituição apresentaram maior consumo em relação aos animais que receberam a dieta com 100% de substituição. A diminuição no consumo de

MS foi em torno de 30% quando utilizado o tratamento com apenas torta de nabo forrageiro.

Dois fatores que também podem ajudar a explicar a não alteração no consumo de MS, é a ingestão e a concentração de fibra em detergente neutro (FDN) na dieta, pois esta é considerada limitante em função de sua lenta degradação e a baixa taxa de passagem (CUNHA et al., 2008). Neste trabalho o consumo de fibra não diferiu entre os animais dos tratamentos.

Segundo Soest (1994), teores superiores a 55-60% de FDN na matéria seca são negativamente correlacionados com o consumo e digestibilidade da MS, valores estes, superiores aos níveis de FDN das dietas experimentais.

Furusho-Garcia et al. (2000), trabalhando com casca de café na alimentação de ovinos, verificaram que o consumo de FDN variou de 300 g a 430 g/dia, valores semelhantes ao encontrados neste trabalho que variaram de 398,3 a 436,8g/dia.

Ainda em relação ao ensaio metabólico feito por Castro (2009), não foi encontrada diferença no consumo de FDN e FDA, como ocorrido no presente estudo. Já o consumo de MO e PB apresentou diminuição quando a inclusão foi de 100% de torta de nabo forrageiro. Resultados estes, coincidentes aos de Barbero et al. (2007) que também detectaram redução no consumo de MO (%PV e  $g/kg^{0,75}$ ) e PB (g/dia, %PV e  $g/kg^{0,75}$ ) quando forneceram 100% de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja, observações estas, diferentes das encontradas no presente estudo.

Alves et al. (2007) também não encontraram diferença no consumo de PB quando alimentaram bovinos com dietas contendo torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja, coincidindo com as observações feitas neste trabalho.

Com o objetivo de se estimar as equações de regressão ajustadas para o consumo de MS, MO, FDN, FDA, PB, EE e MM, observou-se efeito

significativo quadrático em relação aos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro apenas para o consumo de EE (P=0,016) e para consumo de MM (P=0,043) (Figuras 2 e 3) expressos em g/dia. Estimou-se valor de 57,78% de substituição para que se obtenha maior consumo de EE, e de 37,51% de substituição do farelo de soja pela torta de nabo forrageiro para um maior consumo de MM.

O consumo de EE expresso em %PV e em g/PM (P=0,016 e P=0,011, respectivamente) e consumo de MM expressos em %PV e g/PM (P=0,033 e P=0,039, respectivamente), também apresentaram o mesmo comportamento.

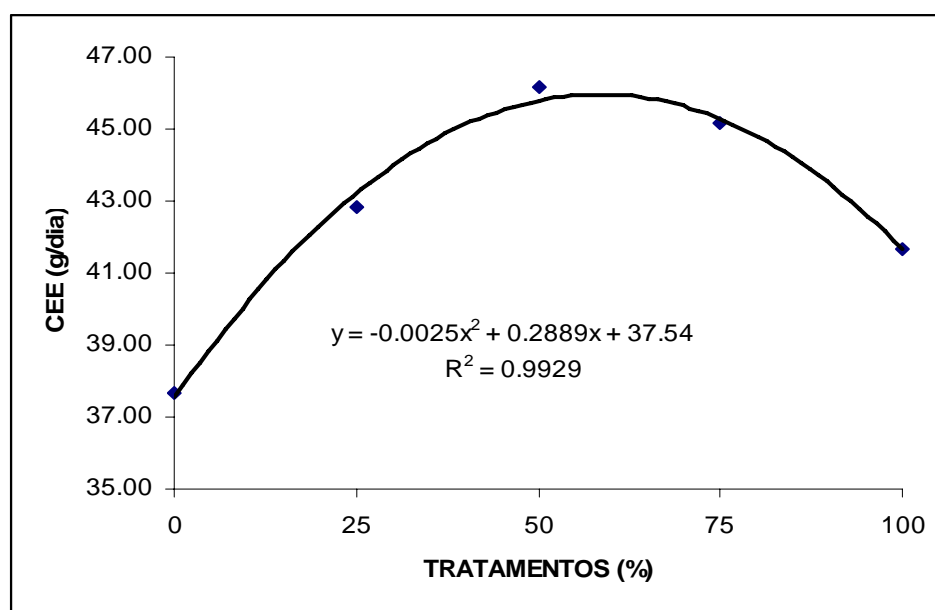


Figura 2 Consumo de EE em g/dia das dietas experimentais em função dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja

Os teores de EE das dietas não ultrapassaram 7%, valor este citado como limite para que a ingestão de MS não seja afetada (PALMQUIST; JENKINS, 1980). A variação no teor de EE nas dietas foi de 3,08% a 4,36%.



O CEE em g/dia variou de 37,67 a 46,17, sendo que esta diferença provavelmente ocorreu em função da variação dos teores de EE nas dietas oferecidas. Estas, por sua vez, apresentaram variações devido ao alto teor de EE das tortas de nabo forrageiro (15,51%), acarretado pela ineficiência do processo de extração.

Pôde ser observado, pelas análises de laboratório, maior valor numérico do teor de EE nas sobras dos tratamentos com maior inclusão da torta de nabo forrageiro, variando crescentemente de 1,54% no tratamento controle a 6,81% no tratamento com 100% de substituição. Estes resultados demonstram a possibilidade de ter havido seleção do alimento, resultando em menor consumo de torta de nabo, e conseqüentemente, diminuição no consumo de EE na dieta com 100% do coproduto. Isso pode ter ocorrido pela palatabilidade do alimento, que, segundo Ivins (1955 citado por MARTEN, 1969), é a união de vários fatores que operam para determinar alguma qualidade no alimento que o torna atrativo aos animais. Assim, levando em consideração a seleção pelos animais, a ausência de diferença no consumo de MS pode ter sido acarretada pelo manejo de sobras utilizado que visou a uma sobra diária de no mínimo 15%, dando assim, condições ao animal de ingerir quantidades de MS semelhantes.

Castro (2009) encontrou os menores valores de consumo de EE para os tratamentos com os níveis 0% e 100% de substituição do farelo de soja pela torta de nabo forrageiro (17,93% de EE presente na torta), comportamento parecido ao presente estudo. Contudo, Alves et al. (2007) encontraram valores crescentes de consumo de EE conforme se aumentou a inclusão de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja na dieta de bovinos, resultados estes, diferentes dos encontrados neste presente estudo.

O consumo de MM apresentou comportamento quadrático, independente de qual unidade foi expressa, quando ocorreu a inclusão da torta de nabo forrageiro na dieta. Esse comportamento pode ser explicado visto que houve,

apesar de não significativo, variação no valor numérico do consumo de MS, apresentando o mesmo comportamento.

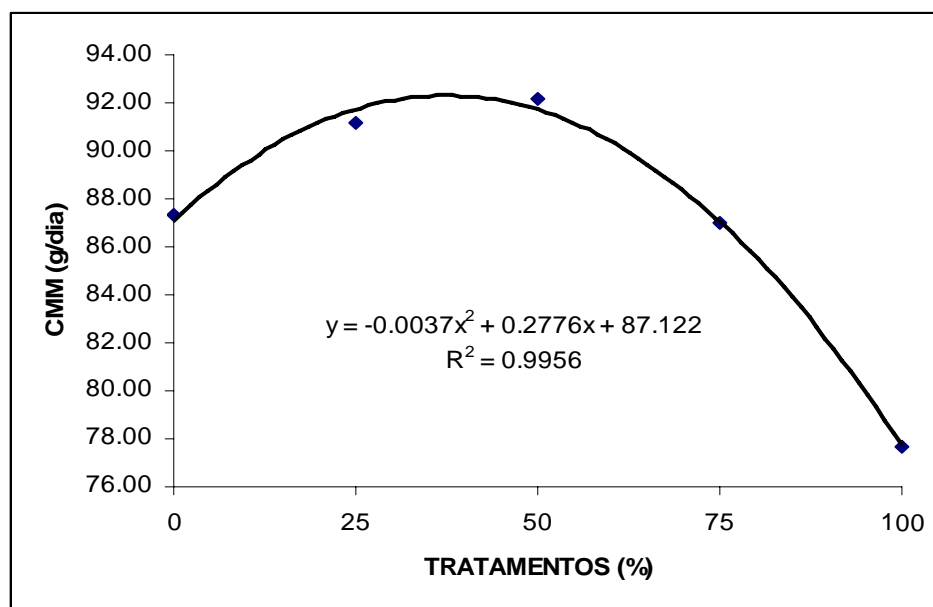


Figura 3 Consumo de MM em g/dia das dietas experimentais em função dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja

A determinação das cinzas fornece uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais. Quando se trata de produtos vegetais, a determinação da matéria mineral tem relativamente pouco valor. Isso ocorre porque o teor da cinza oriunda de produtos vegetais nos dá pouca informação sobre sua composição, uma vez que seus componentes, em minerais, são muito variáveis. Alguns alimentos de origem vegetal são, ainda, ricos em sílica, o que resulta em teor elevado de cinzas, todavia, esse teor não apresenta nenhum valor nutritivo para os animais (SILVA; QUEIROZ, 2002).

## 4.2 Digestibilidade de matéria seca e dos nutrientes

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da fibra em detergente neutro (CDFDN), da fibra em detergente ácido (CDFDA), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE) e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), fibra em detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA), matéria orgânica (CDMO), extrato etéreo (CDEE) e o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais contendo inclusão de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja

CD (%)	TRATAMENTOS (% da torta de nabo forrageiro)					EPM <sup>4</sup>
	0	25	50	75	100	
CDMS <sup>1</sup>	72,24	73,23	72,49	72,37	70,29	0,60
CDMO <sup>1</sup>	73,74	75,55	74,17	73,93	72,14	0,63
CDFDN	58,49	56,64	56,18	55,62	54,87	1,33
CDFDA <sup>2</sup>	58,43	56,68	52,38	51,75*	50,76*	1,73
CDPB	76,26	77,99	76,69	77,05	77,34	0,84
CDEE <sup>1</sup>	63,69	68,22	68,98	71,38*	67,07	1,81
NDT <sup>3,1</sup> (%MS)	71,49	72,88	71,69	72,26	70,08	0,68

\*Média diferente estatisticamente do tratamento controle, pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade

<sup>1</sup>Efeito quadrático pela regressão

<sup>2</sup>Efeito linear pela regressão

<sup>3</sup>NDT=(proteína bruta digestível+fibra em detergente neutro digestível+extrato etéreo digestível\*2,25+carboidrato não fibroso digestível)

<sup>4</sup>EPM: erro padrão da média

Pelos resultados observa-se que não houve diferença na digestibilidade de MS, MO, FDN e PB quando comparados com o tratamento controle pelo teste de Dunnett ( $P > 0,05$ ). Entretanto, os CDFDA e CDEE tiveram diferenças significativas em relação ao tratamento controle ( $P = 0,022$  e  $P = 0,086$ , respectivamente), mostrando-se sensíveis à inclusão de torta de nabo forrageiro.

Os valores de digestibilidade de MS no presente trabalho variaram de 70,29% a 73,23%, sendo o menor valor encontrado referente ao tratamento com 100% de substituição, mostrando assim, que o resíduo pode ser utilizado para substituir o farelo de soja em dietas de ovinos, entretanto, deve-se conferir o nível ideal de inclusão.

Quando feito estudo de regressão, houve efeito significativo quadrático no CDMS em relação aos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro nas dietas, estimando-se a inclusão de 36,67% de torta de nabo forrageiro para uma melhor digestibilidade aparente de MS ( $P = 0,023$ ) (Figura 4).

Os maiores valores para a digestibilidade de MS correspondem aos tratamentos que possuem maiores valores de nutrientes digestíveis totais (NDT), apresentando o mesmo comportamento quadrático. Fato que pode explicar o que ocorreu, pois segundo Alves et al. (2003), o incremento dos níveis energéticos de dietas proporciona melhoria da digestibilidade. A afirmação coincide com a de outros autores, que também obtiveram coeficientes de digestibilidade maiores, em função do aumento da energia da dieta (CARDOSO et al., 2000; DUTRA et al., 1997).

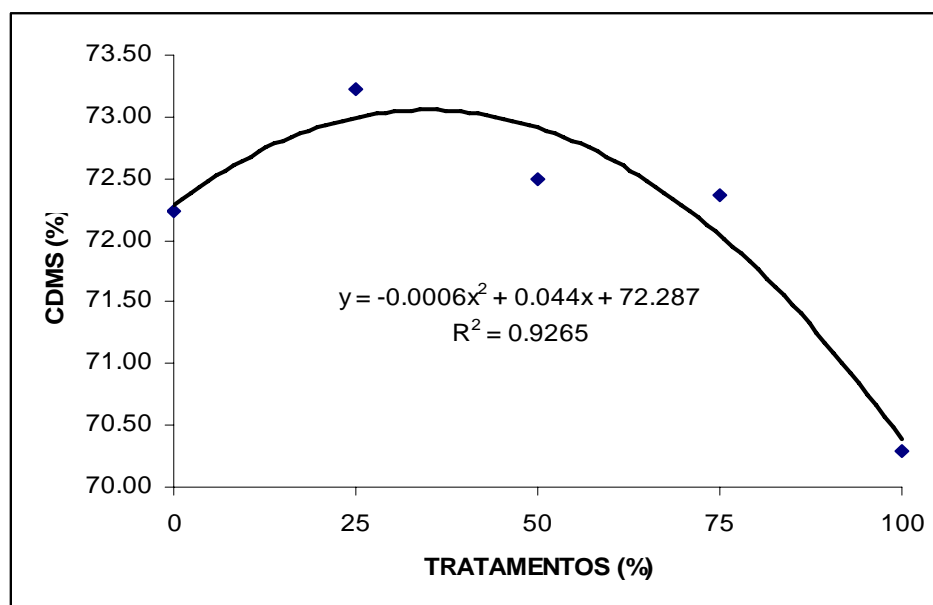


Figura 4 Coeficiente de digestibilidade de MS em % das dietas experimentais em função dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja

Cardoso et al. (2000), trabalhando com rações contendo níveis crescentes de concentrado em novilhos Limousin x Nelore, encontraram efeito linear crescente para os coeficientes de digestibilidade da MS mostrando assim, que maiores níveis de energia proporcionaram melhoria na digestibilidade. Entretanto, Vêras et al. (2000) também avaliando diferentes níveis de concentrados para nelores, verificaram comportamento quadrático para a digestibilidade aparente da MS. Vale salientar que esses autores alimentaram os animais com níveis de concentrado entre 12,5 e 75%. Tais resultados mostram que há necessidade de se estimar um valor de energia, uma vez que, quando quantidade excessiva de energia é adicionada à dieta de ruminantes, ocorre aumento na taxa de passagem da digesta pelo rúmen, acarretando em diminuição da digestibilidade.

Barbero et al. (2007), ao incluírem torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja nos níveis de 0% a 100% em dietas de bovinos de corte meio sangue, não encontraram diferenças na digestibilidade de MS. As médias encontradas foram 61,96%; 63,74%; 61,65%; 63,40% e 60,82% com 0%; 25%; 50%; 75% e 100% de substituições, respectivamente.

Cleef (2008) e Neiva Júnior (2009), ao utilizarem a torta de nabo forrageiro como aditivo em silagens de capim elefante, observaram diminuição da DIVMS conforme aumentou a inclusão da torta de nabo forrageiro. Os autores associaram a diminuição da DIVMS ao elevado teor de EE da torta. Segundo Palmquist e Jenkins (1980), o excesso de lipídeos na dieta promove o envolvimento físico da fibra e impede o ataque microbiano e a formação de complexos insolúveis de cátions, modificando o pH e a microbiota ruminal, reduzindo a DIVMS.

Jenkins (1993) afirma que, quando o teor de EE na MS da dieta for superior a 7%, a digestibilidade diminui. Levando tal afirmação em consideração, o teor de óleo não deve ter sido o responsável por alterações na digestibilidade da MS, já que o teor de EE das dietas experimentais ficou entre 3,08% e 4,36%.

Quando feita análise de regressão, encontrou-se efeito significativo quadrático no CDMO em relação aos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro nas dietas, estimando-se a inclusão de 35,71% de torta de nabo forrageiro para uma melhor digestibilidade aparente de MO ( $P=0,020$ ) (Figura 5).

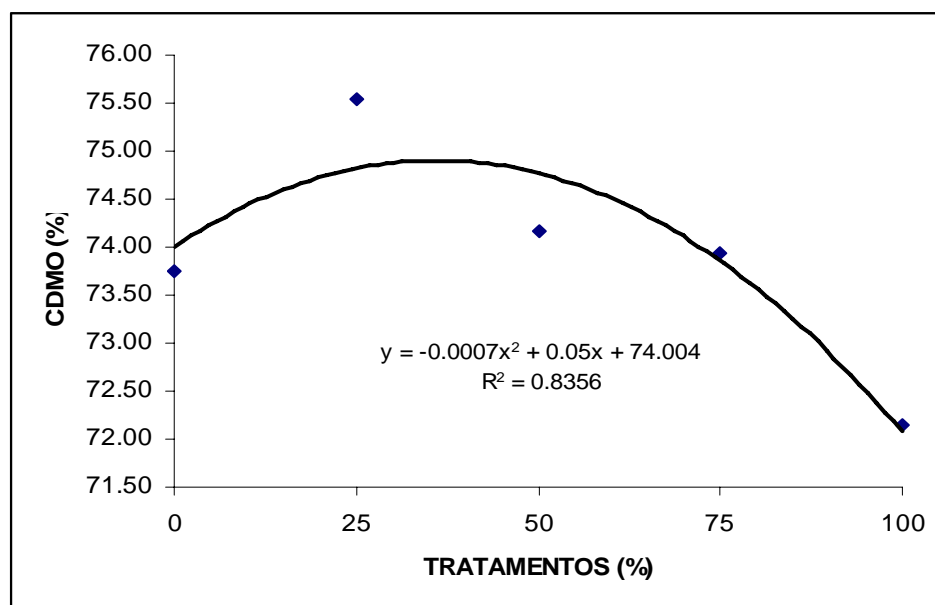


Figura 5 Coeficiente de digestibilidade de MO em % das dietas experimentais em função dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja

O CDMO apresentou o mesmo comportamento do CDMS, podendo também ser explicado pelo comportamento do NDT, uma vez que a matéria orgânica apresenta grande relação com a energia disponível (AROEIRA; LOPES; DAYRELL, 1996).

O mesmo ocorreu com Alves et al. (2003), que detectaram maior digestibilidade de MO quando fornecida maior quantidade de energia (78,33% NDT) para ovinos da raça Santa Inês, ao testarem diferentes níveis de energia. Entretanto, Barbero et al. (2007) não encontraram relação da menor digestibilidade de MO com o NDT das dietas, uma vez que a DMO do tratamento com 100% de substituição foi a menor (63,25%) e possuía maior teor de NDT (66,8%). Os últimos autores associaram a menor digestibilidade da matéria orgânica ao teor de EE da dieta, que foi de 5,6%.

Os CDFDA dos tratamentos com 75% e 100% de substituição apresentaram os menores valores em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ), caso semelhante ao FDN que, mesmo não mostrando ser significativo, apresentou o mesmo comportamento, possuindo menores valores de digestibilidade conforme a substituição foi elevada.

Houve efeito significativo linear no CDFDA, quando feita a análise de regressão, em relação aos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro nas dietas, mostrando diminuição na digestão da fibra conforme aumenta a substituição ( $P = 0,002$ ) (Figura 6). O CDFDN apresentou o mesmo comportamento, embora não tenha sido significativo.

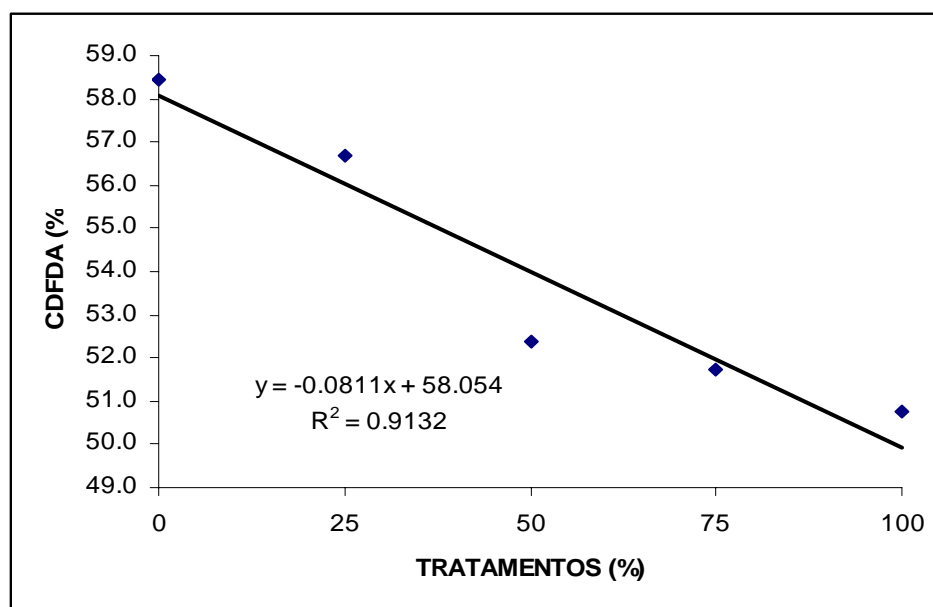


Figura 6 Coeficiente de digestibilidade de FDA em % das dietas experimentais em função dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja

Um ponto de vista que deve ser levado em consideração é a composição bromatológica das sobras, comentado anteriormente quando o consumo de EE



foi discutido. Como possivelmente ocorreu seleção pelos animais, que provavelmente pode ter sido pela palatabilidade, a percentagem de FDA encontrada nas sobras dos tratamentos com maior inclusão de torta foi numericamente menor do que nas sobras do tratamento controle, variando de 34% (controle) a 18% (100% de substituição). Motivo este que pode indicar maior consumo de feno pelos animais dos tratamentos com maior participação da torta, podendo assim, acarretar em diminuição da digestibilidade da fibra.

Outro ponto de vista que também deve ser frisado é a qualidade da fibra. Com o fracionamento da porção FDA, podem-se conhecer os constituintes menos solúveis da parede celular, principalmente lignina que, de acordo com Soest (1967), é uma fração de baixa solubilidade e está diretamente relacionada com a menor digestibilidade das outras frações fibrosas.

Cleef (2008) e Neiva Júnior (2009) relataram valores de lignina na torta de nabo forrageiro de 3,74% e 3,63%, respectivamente, valores estes, considerados baixos quando comparados a outros coprodutos como, por exemplo, torta de girassol, que apresenta 8,7% de lignina em sua composição (OLIVEIRA et al., 2007). Levando estes valores em consideração, é pouco provável que o teor de lignina contida na torta de nabo forrageiro tenha prejudicado a digestibilidade das frações fibrosas.

Os CDPB dos tratamentos não apresentaram diferença significativa ( $P>0,05$ ). A maior média foi do tratamento com 25% de substituição (77,99%). A menor digestibilidade de PB foi encontrada no tratamento controle (76,26%).

Barbero et al. (2007) encontraram valores de digestibilidade de PB de 71,01%; 73,33%, 72,55%, 73,38% e 73,68% para os níveis de 0%; 25%; 50%; 75% e 100% de substituição, respectivamente, quando forneceram torta de nabo forrageiro para bovinos de corte. Os valores encontrados pelos autores demonstram um aumento na digestibilidade de PB conforme aumentou o nível de inclusão da torta de nabo forrageiro, apresentando o menor valor para o

tratamento sem adição do coproduto, resultados estes, semelhantes ao encontrados no presente estudo.

As médias de digestibilidade de PB poderiam ter sido afetadas pela ureia, composto colocado de forma crescente conforme o nível de inclusão da torta de nabo foi aumentado, para que as dietas se tornassem isonitrogenadas. Esse fato poderia ter influenciado na digestibilidade de PB, uma vez que a ureia é considerada 100% degradável, sendo uma fonte de nitrogênio prontamente disponível para os microrganismos do rúmen (PEREIRA et al., 2008), mas diferente disto, os resultados não apresentaram diferenças significativas.

Outro fator, que também deve ser levado em consideração devido à digestibilidade da PB não ter sido alterada, é a degradabilidade da proteína da torta de nabo forrageiro. Segundo Mello et al. (2008), o coproduto de nabo forrageiro apresentou elevada e rápida degradação ruminal da PB (97,4%), demonstrando ser um ingrediente capaz de atender prontamente à demanda microbiana, como fonte de energia e proteína.

Fortaleza et al. (2009), ao estudarem a degradabilidade “*in situ*”, em diversos tempos de incubação, de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos, encontraram semelhanças entre a degradabilidade da PB da torta de nabo forrageiro (96,10%) e a degradabilidade da PB do farelo de soja (99,61%). Tais autores afirmam que a PB da torta de nabo forrageiro apresenta alta solubilidade (principalmente nos tempos iniciais de incubação, 0 e 3 horas), podendo ser tão ou mais eficiente que o farelo de soja, desde que associada a volumosos com alto valor nutricional. Já Couto (2009), ao avaliar a degradabilidade de coprodutos do biodiesel, encontrou valores de degradabilidade ruminal de 83,31% da proteína da torta de nabo forrageiro, fato que pode ser justificado pelo tempo de incubação que, neste caso, foi de 16 horas.

A digestibilidade do EE apresentou diferença para o tratamento com 75% de substituição quando comparado ao tratamento controle. O menor CDEE observado foi o do tratamento controle com 63,69% e o maior foi 71,38% referente ao tratamento com 75% de substituição do farelo de soja pela torta de nabo forrageiro. Houve efeito significativo quadrático no CDEE em relação aos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro nas dietas pela análise de regressão, estimando-se a inclusão de 61,94% de torta de nabo forrageiro para uma melhor digestibilidade aparente de EE ( $P=0,029$ ) (Figura 7).

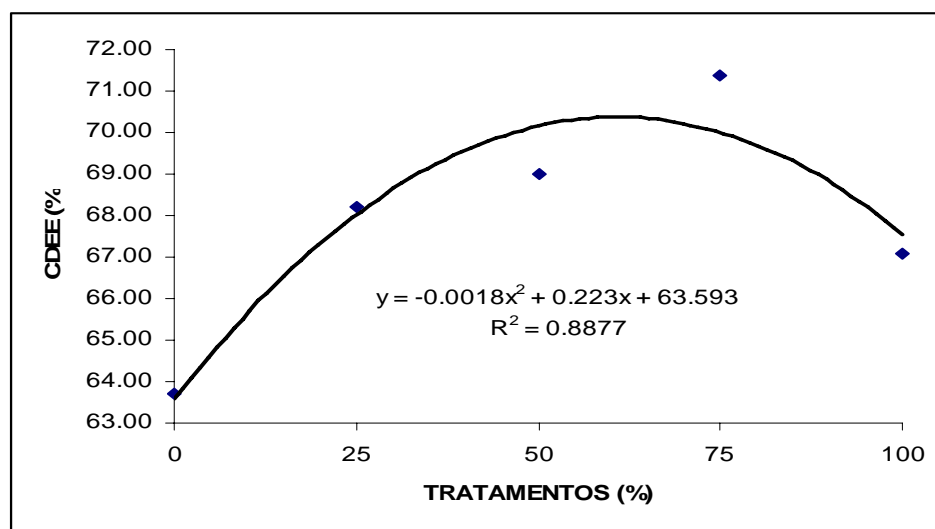


Figura 7 Coeficiente de digestibilidade de EE em % das dietas experimentais em função dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja

No que diz respeito à substituição do farelo de soja ou outros ingredientes da ração por coprodutos, vários autores têm estudado e relatado diferentes resultados. Santos et al. (2009), alimentando ovinos com grão e coprodutos de canola, encontraram valores de digestibilidade de EE superiores ao presente trabalho. Os valores encontrados foram de 89,04% para dietas

contendo canola em grão, 87,33% para dietas com farelo de canola e 87,56% para dietas contendo torta de canola.

Oliveira (2008), trabalhando com coprodutos da mamona e do girassol, encontrou diferença na digestibilidade de EE, sendo que a digestibilidade de EE (86,73%) da dieta com torta de mamona apresentou maior valor em relação à digestibilidade de EE (84,12%) da dieta com farelo de soja. Entretanto, a dieta com torta de mamona tratada com 40g de  $\text{Ca(OH)}_2/\text{kg}$  apresentou maior digestibilidade de EE (92,10%) em relação aos demais, quando fornecida a ovinos. O autor acredita que esta diferença pode estar associada à maior quantidade de ácidos graxos polinsaturados da mamona e também ao maior consumo deste nutriente.

Carvalho (2006), trabalhando com torta de dendê em substituição ao feno de Tifton 85 na alimentação de ovinos nos níveis de 0 a 45%, encontrou efeito linear positivo na digestibilidade de EE conforme aumentou a inclusão da torta com valores variando de 67,46% a 88,91%. O autor justifica o resultado devido ao aumento do consumo e à proporção de EE na MS da dieta. O mesmo autor ainda relata que vários estudos têm mostrado que, além da quantidade na dieta, outros fatores podem influenciar a digestibilidade dos lipídios como o grau de insaturação e comprimento da cadeia dos ácidos graxos, tamanho de partículas de gorduras sólidas e a proporção de triglicerídeos e ácidos graxos presentes nas fontes lipídicas.

A fração NDT, quando feito o estudo de regressão, apresentou efeito quadrático em relação aos níveis de substituição do farelo de soja pela torta de nabo forrageiro ( $P=0,050$ ) (Figura 8).

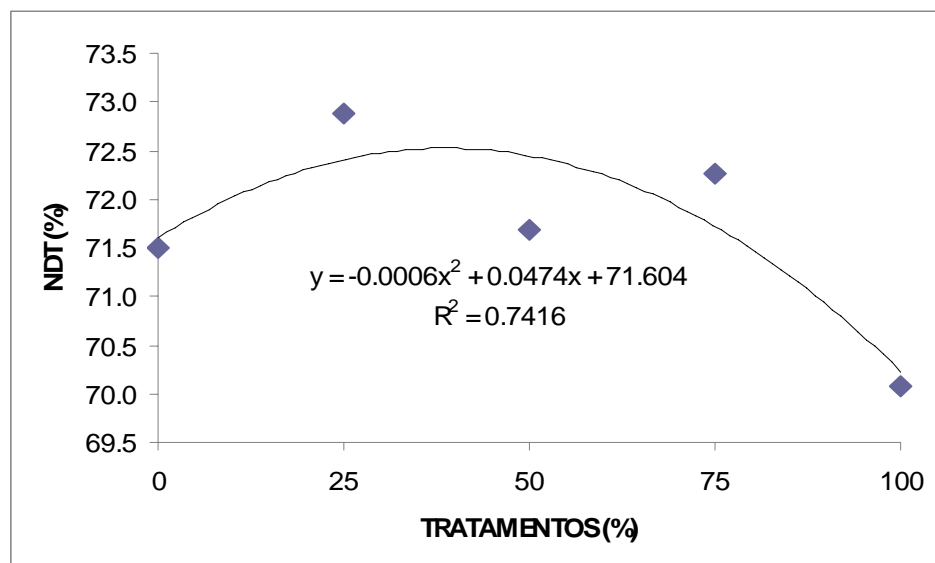


Figura 8 Teor de NDT em % das dietas experimentais em função dos níveis de inclusão da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja

É possível afirmar que o nível ideal para a substituição do farelo de soja pela torta de nabo forrageiro venha em decorrência do ponto que proporciona o maior valor de NDT, levando em consideração que, para os cálculos de NDT, são utilizadas as frações digestíveis de PB, EE, FDN e CNF. O valor estimado, para que ocorra uma melhor resposta da substituição da torta de nabo, foi de 39,5%.

Os valores encontrados de NDT no presente trabalho são maiores do que os preconizados pelo NRC (2007), estipulando um consumo de 0,68 kg/dia por animal para alcançar ganho de 200g/dia. Os valores obtidos variaram de 0,76 kg/dia para o tratamento com 100% de substituição e 0,89 kg/dia para o tratamento com 25% de substituição, mostrando assim, um bom ajuste nutricional das rações que, associado à digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica, permite um bom aproveitamento dos nutrientes pelos animais.

O comportamento do NDT pode ser atribuído ao consumo e digestibilidade do EE, pois este último apresentou comportamento quadrático semelhante ao NDT. Este fato é coerente, pois a energia dos alimentos advém dos compostos como PB, EE e FDN, assim, a elevação dessas frações nas dietas representará maiores teores de energia.

#### **4.3 Balanço de nitrogênio**

As médias para o balanço de nitrogênio (BN) em borregas alimentadas com torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja estão apresentadas na Tabela 5. O balanço refere-se ao nitrogênio retido após subtrair das quantidades ingeridas de N as frações excretadas via fezes e urina.

Os valores referentes à excreção de nitrogênio (N) urinário, de N nas fezes, N absorvido, N ingerido, N retido, a relação entre o N retido e N absorvido não diferiram entre os tratamentos quando comparados com o tratamento controle ( $P>0,05$ ) (Tabela 5). A análise de regressão não detectou efeito dos níveis de substituição do farelo de soja pela torta de nabo forrageiro sobre o balanço de nitrogênio.

Apesar de não terem sido detectadas diferenças estatísticas, foi observada maior excreção de N tanto na urina quanto nas fezes no tratamento com 50% de substituição, causando conseqüentemente uma menor retenção de N nos animais que receberam tal tratamento. Já em relação ao N absorvido, o menor valor foi encontrado para o tratamento com 100% de substituição. Isto, provavelmente, se deve à menor quantidade de N ingerido, fato que pode ser observado pelo consumo de PB mencionado na Tabela 3.

Tabela 5 Valores médios do balanço de nitrogênio (BN) dos tratamentos com níveis de inclusão de nabo forrageiro em substituição à soja

BN	TRATAMENTOS (%)					EPM <sup>2</sup>
	0	25	50	75	100	
<b>N retido (g/dia)</b>	12,0	11,72	8,27	12,77	10,37	2,41
<b>N absorvido (g/dia)</b>	24,63	26,62	26,07	25,12	23,10	1,17
<b>N ingerido (g/dia)</b>	32,28	34,08	34,30	32,60	29,93	1,61
<b>N fezes (g/dia)</b>	7,65	7,45	8,27	7,45	6,83	0,55
<b>N urina (g/dia)</b>	12,63	14,93	17,80	12,32	12,72	2,29
<b>N retido/N absorvido<sup>1</sup> (%)</b>	49,00	43,83	32,83	49,50	46,83	8,26

<sup>1</sup>N retido/N absorvido (%): proporção de N retido em relação ao total de N absorvido

<sup>2</sup> EPM: erro padrão da média

Valores negativos para N retido são extremamente indesejáveis, pois podem indicar falta de N dietético e, com isso, o animal passa a mobilizar o N endógeno para tentar suprir a demanda dos microrganismos, o que pode acarretar redução na produção. Tal fato, no entanto, não ocorreu neste trabalho, indicando que o consumo de nitrogênio atendeu às exigências de compostos nitrogenados das borregas.

A igualdade verificada entre a excreção de N nas fezes é bastante comum em estudos que avaliam o balanço de nitrogênio. Soest (1994) relatou que as perdas fecais de nitrogênio são menos flexíveis do que as urinárias e correspondem, em média, a 0,6% do total da matéria seca ingerida e entre 3 a 4% da PB ingerida. No presente estudo, a excreção média de N nas fezes foi de 0,65% em relação à MS ingerida e de 3,69% em relação à PB ingerida, valores que se enquadram nesses patamares.

A excreção de N pelas vias urinárias foi numericamente maior que a excreção das fezes. Comportamento comum encontram-se em outros trabalhos como o de Lavezzo, Lavezzo e Burini (1996) que, trabalhando com ovinos que receberam dietas isoproteicas (15,4% de PB na MS) com fontes de N orgânico

(farelo de soja) e inorgânico (ureia), observaram maior excreção de N via urina (52,3% do N consumido) que nas fezes (24,4% do N consumido).

Resultados semelhantes foram encontrados por Bett et al. (1999), os quais observaram maior excreção de N urinário em relação ao N fecal, utilizando farelo de soja (58,4 e 22,2% de N consumido) e farelo de canola (53,3 e 28,2% de N consumido), respectivamente, como fontes proteicas em cordeiros, recebendo rações em média com 16,6% de PB na MS.

Ao ressaltar que a perda de N é menos flexível nas fezes quando comparada à perda pela urina, sugere-se que esta última exerce função mais importante na retenção do nitrogênio no organismo do animal.

Segundo Soest (1994), o aumento na ingestão de N está associado à maior produção de ureia no fígado e à maior excreção de ureia via urina para a manutenção da concentração de ureia plasmática. Desta forma, o fato de não ter ocorrido diferença na ingestão diária de N pode ter contribuído para manter semelhante a excreção urinária de N entre as dietas avaliadas neste trabalho.

A ingestão de N não apresentou diferença provavelmente por não terem ocorrido diferenças no consumo de proteína e matéria seca entre os animais dos diferentes tratamentos, como relatado na tabela 3. Numericamente, o consumo de N apresentou o mesmo comportamento do consumo de proteína e de matéria seca, obtendo menor consumo de N para o tratamento com 100% de substituição (29,93 g/dia).

O N retido, apesar de não significativo, foi menor no tratamento com 50% (8,27 g/dia) de substituição do farelo de soja pela torta de nabo forrageiro. Esse resultado pode ser devido à maior excreção de N pela urina e pelas fezes dos animais que receberam a dieta correspondente a este tratamento, mesmo apresentando o maior consumo de N, apontando assim, menor utilização do N dietético pelos animais.



Através da relação N retido/N absorvido, pode-se avaliar a qualidade das proteínas de uma dieta, pois expressa o percentual de proteína digerida que é utilizada pelo animal para compor os tecidos (SANTOS, 2008). Entretanto, quando se observa a relação N retido/N absorvido, não se constata diferença entre os tratamentos, embora o tratamento com 75% de substituição tenha apresentado maior valor numérico.

## 5 CONCLUSÕES

A torta de nabo forrageiro pode ser utilizada na alimentação de borregas, porém devem-se respeitar os níveis de inclusão para que não seja afetado o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, já que o consumo de EE, consumo de MM e o coeficiente de digestibilidade da MS, MO, FDA e EE foram afetados pela inclusão da torta de nabo forrageiro.

Em relação ao balanço de nitrogênio, a adição da torta de nabo forrageiro mostrou-se viável por apresentar N retido positivo, indicando que o consumo de nitrogênio atendeu às exigências de compostos nitrogenados das borregas.

Considerando os valores de NDT como ferramenta para determinar o ponto ótimo de inclusão, estima-se o nível ideal de inclusão de 39,5% de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja em dietas de borregas.

## REFERÊNCIAS

ABDALLA, A. L. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, p. 258-260, jul. 2008. Suplemento.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. **Biocombustíveis**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 20 maio 2010.

ALMEIDA, R. S. **Substituição parcial da uréia por diferentes níveis de farelo de babaçu na alimentação de vacas leiteiras**. 2005. 27 p. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Imperatriz, Imperatriz, 2005.

ALVES, K. R. et al. Influência de diferentes níveis da torta de nabo forrageiro sobre o nitrogênio amoniacal no rúmen de bovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 45., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: ZOOTEC, 2007. 1 CD-ROM.

ALVES, K. S. et al. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1962-1968, nov./dez. 2003.

AMÉRICO SOBRINHO, S. G. **Criação de ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 302 p.

ANUÁRIO da pecuária brasileira. São Paulo: Angra FNP Pesquisas, 2009. 360 p.

AROEIRA, L. J. M.; LOPES, F. C. F.; DAYRELL, M. S. Degradabilidade de alguns alimentos no rúmen de vacas holandês/zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 25, n. 6, p. 1179-1186, nov./dez. 1996.

ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of official Analytical Chemist.** Washington, 1990. 1015 p.

ASSUMPÇÃO, R. M. **Visão do mercado sobre disponibilidade de matérias primas para a produção do biodiesel:** estudo de caso no Paraná. 2007. 119 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) - Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, 2007.

BARBERO, R. P. et al. Consumo e digestibilidades totais da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta em bovinos de corte em respostas a níveis de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 45., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: ZOOTEC, 2007. 1 CD-ROM.

BERCHIELLI, T.; GARCIA, A.; OLIVEIRA, S. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 397-421.

BERENCHTEIN, B. **Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação.** 2008. 45 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

BETT, V. et al. Desempenho e digestibilidade in vivo de cordeiros alimentados com dietas contendo canola em grão integral em diferente formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 28, n. 4, p. 808-815, jul./ago. 1999.

BONFIM, M. A. D.; SILVA, M. M. C.; SANTOS, S. F. Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3, n. 4, p. 15-26, dez. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Agroenergia: 2006 – 2011**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005. 118 p.

BRASSI, L. A. C. S.; DENUCCI, S.; PORTAS, A. A. **Nabo adubo verde, forragem e bionergia**. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_2/nabo/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/nabo/index.htm)>. Acesso em: 15 maio 2010.

BRUNELLI, S. R. et al. Determinação do valor energético e nutritivo da torta do nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) para frangos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 45., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: ZOOTEC, 2007. 1 CD-ROM.

BURGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; SILVA, J. F. C. da. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 206-214, jan./fev. 2000.

BURGI, R. Equipamentos para manejo e tratamento de resíduos agrícolas e agroindustriais. In: SIMPÓSIO SOBRE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1., 1992, São Carlos. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA, 1992. p. 69-82.

CAI, Y. F.; ZHANG, H.; ZENG, Y. An optimized gossypol high performance liquid chromatography assay and its application in evaluation of different gland genotypes of cotton. **Journal of Biosciences**, Bangalore, v. 29, n. 1, p. 67-71, Mar. 2004.

CARDOSO, R. C. et al. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 1832-1843, nov./dez. 2000.

CARVALHO, E. M. **Torta de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq) em substituição ao feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp*) na alimentação de ovinos**. 2006. 40 p. Dissertação (Mestrado em Produção de Ruminantes) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2006.

CASTRO, V. S. **Comportamento ingestivo e metabólico de bovinos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja**. 2009. 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

CHALUPA, W. et al. Detoxication of ammonia in sheep fed soy protein or urea. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 100, n. 2, p. 170-176, 1970.

CHASE, L. E. Where do fibrous by-products fit in dairy ration? In: \_\_\_\_\_. **Cornell nutrition conference for feed manufactures**. Ithaca: Cornell University, 1995. p. 138-148.

CHURCH, D. C.; POND, W. G. **Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos**. Zaragoza: Acríbia, 1977. 462 p.

CLEEF, E. H. C. B. van. **Tortas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e pinhão manso (*Jatropha curcas*): caracterização e utilização como aditivos na ensilagem de capim elefante**. 2008. 77 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

COUTO, G. S. **Digestibilidade intestinal *in vivo* da proteína de co-produtos da indústria do biodiesel**. 2009. 63 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

CROCHEMORE, M. L.; PIZA, S. M. T. Germinação e sanidade de sementes de nabo forrageiro conservados em diferentes embalagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 5, p. 677-680, maio 1994.

CUNHA, M. G. G. et al. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1103-1111, jun. 2008.

DINIZ, G. **De coadjuvante a protagonista:** glicerina bruta obtida na produção de biodiesel pode ter muitas aplicações. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2005. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/3973>>. Acesso em: 19 mar. 2010.

DOMINGOS, A. K. **Otimização da etanólise de óleo de *Raphanus sativus* e avaliação de sua estabilidade à oxidação.** 2005. 129 p. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

DUTRA, A. R. et al. Efeito dos níveis de fibra e das fontes de proteína sobre o consumo e digestão dos nutrientes em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 787-796, jul./ago. 1997.

EVANGELISTA, A. R. et al. Composição química de tortas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e mamona (*Ricinus communis* L.) obtidas por diferentes métodos de extração de óleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEOGINOSAS, ÓLEOS VEGETAIS E BIODIESEL, 1., 2004, Varginha. **Anais...** Lavras: UFLA, 2004. p. 1-4.

FERREIRA, S. L. et al. Análise por cromatografia gasosa de btex nas emissões de combustão interna alimentado com diesel e mistura diesel-biodiesel (B10). **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 539-545, maio/jun. 2008.

FORTALEZA, A. P. S. et al. Degradabilidade ruminal *In situ* dos componentes nutritivos de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Ciências Agrárias**, Teresina, v. 30, n. 2, p. 481-496, jul./dez. 2009.

FURUSHO-GARCIA, I. F. et al. Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa inês puros, terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 564-572, mar./abr. 2000.

GARCIA, J. A. S. et al. Desempenho de bovinos leiteiros em fase de crescimento alimentados com farelo de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 3, p. 223-233, 2006.

GOMIDE, J. A. Produção de leite em regime de pasto. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 591-613, 1993.

HALL, M. B. Recent advances in non-NDF carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 139-148.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004. 200 p. (Série Caderno de Altos Estudos, 1).

HOLDEN, L. A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten 565 feeds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, Aug. 1999.

INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM. **Search in plant kingdom for scientific name exactly for 'raphanus sativus'**. Disponível em: <<http://www.itis.usda.gov/index.html>>. Acesso em: 19 maio 2010.

JENKINS, T. C. Symposium: advances in ruminant lipid metabolism: lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 12, p. 3851-3863, Dec. 1993.



LAVEZZO, O. E. N.; LAVEZZO, W.; BURINI, R. C. Efeitos nutricionais da substituição parcial do farelo de soja, em dietas de ovinos: comparação da digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio com a cinética do metabolismo da n-glicina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 282-297, mar./abr. 1996.

MACEDO JÚNIOR, G. L.; PÉREZ, J. R. O.; ALMEIDA, T. V. Influência de diferentes níveis de fcn dietético no consumo e digestibilidade aparente de ovelhas Santa Inês. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 547-553, maio/jun. 2006.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Plant toxins and detoxification methods to improve feed quality of tropical seeds: review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, New Delphi, v. 12, n. 3, p. 467-480, May 1999.

MARTEN, G. C. Measurement and significance of forage palatability. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY EVALUATION AND UTILIZATION, 1., 1969, Lincoln. **Proceedings...** Lincoln: University of Nebraska, 1969. p. 23-77.

MATOS, E. **Torta de algodão**. Brasília: CDT-UnB, 2007. Disponível em: <<http://sbtr.ibict.br>>. Acesso em: 18 maio 2010.

MEIRELLES, F. S. **Biodiesel**. São Paulo: FAESPENAR; FAESP, 2003. Disponível em: <<http://www.faespsenar.com.br/faesp/economico/EstArtigos/biodiesel.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2010.

MELLO, D. F. et al. Avaliação do resíduo de nabo forrageiro extraído da produção do biodiesel como suplemento para bovinos de corte em pastagens. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 1, p. 45-56, jan./mar. 2008.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, J. R. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: ASA, 1994. p. 450-493.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** Washington: National Academy, 1989. 158 p.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Washington: National Academy of Sciences, 2001. 381 p.

\_\_\_\_\_. **Nutrient requirements of sheep.** Washington: National Academy, 1985. 99 p.

\_\_\_\_\_. **Nutrient requirements of small ruminant.** Washington: National Academy, 2007. 362 p.

NEIVA JÚNIOR, A. P. **Potencial de coprodutos do biodiesel para alimentação de ruminantes.** 2009. 136 p. Tese (Doutorado em Nutrição de Ruminantes) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

NEIVA JÚNIOR, A. P. et al. Subprodutos agroindustriais do biodiesel na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., 2007, Brasília. **Anais...** Brasília: ABIPTI, 2007. p. 71-74.

OLIVEIRA, A. S. **Co-produtos da extração de óleo de semente de mamona e de girassol na alimentação de ruminantes.** 2008. 166 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

OLIVEIRA, D. et al. Substituição total do farelo de soja por uréia ou amiréia, em dietas com alto teor de concentrado, sobre a amônia ruminal, os parâmetros sanguíneos e o metabolismo do nitrogênio em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 3, p. 738-748, maio/jun. 2004.

OLIVEIRA, M. D. S. et al. Composição bromatológica e digestibilidade ruminal in vitro de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 4, p. 629-638, out./dez. 2007.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 1, p. 1-14, Jan. 1980.

PARENTE, E. J. de S. et al. **Biodiesel**: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: Tecbio, 2003. 68 p.

PEKKARINEN, S. S.; HEINONEN, I. M.; HOPIA, A. I. Flavonoids quercetin, myricetin, kaemferol and catechin as antioxidants in methyl linoleate. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 79, n. 4, p. 499-506, Apr. 1999.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. Belo Horizonte: FAPI, 2006. 150 p.

PEREIRA, K. P. **Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado**. 2007. 32 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

PEREIRA, O. G. et al. Consumo e digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo dietas com diferentes níveis de uréia. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 3, p. 552-562, jul./set. 2008.

PERES, J. R. R.; FREITAS JÚNIOR, E.; GAZZONI, D. L. Biocombustíveis: uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, ano 14, n. 1, p. 31-41, jan./mar. 2005.

PLÁ, J. A. Perspectivas do biodiesel no Brasil. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 30, n. 2, p. 179-190, set. 2002.

REYES, G. C.; KODA, R. T. Development of a simple, rapid and reproducible HPLC assay for the simultaneous determination of hypericins and stabilized hyperforin in commercial St. John's Wort preparations. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, Amsterdam, v. 26, n. 5/6, p. 959-965, Dec. 2001.

RIBEIRO, E. L. A. et al. Desempenho de cordeiros alimentados com diferentes níveis de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 45., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: ZOOTEC, 2007. 1 CD-ROM.

ROCHA, M. H. M. **Teores de proteína bruta em dietas com alta proporção de concentrado para cordeiros confinados.** 2002. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.

SANTINI, F. J. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion, and rate of passage in goats fed alfalfa hay. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 1, p. 209-219, Jan. 1992.

SANTOS, A. O. A. **Utilização de nutrientes e parâmetros de fermentação ruminal em ovinos recebendo dietas com altas proporções de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill).** 2008. 49 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

SANTOS, A. X. et al. Torta de girassol na dieta de vacas em lactação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 47., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009. 1 CD-ROM.

SANTOS, E. M. **Estimativas de consumo e exigências nutricionais de proteínas e energia de ovinos em pastejo no semi-árido.** 2006. 42 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agropastoris no Semi-Árido) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2006.

SANTOS, J. **Derivados da extração do óleo de girassol para vacas leiteiras.** 2008. 82 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

SANTOS, V. C. et al. Consumo e digestibilidade em ovinos alimentados com grão e subprodutos da canola. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, Belo Horizonte, v. 10, n. 1, p. 96-105, jan./mar. 2009.

SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K. H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. In: INTERNATIONAL RAPESEED CONGRESS, 10., 1999, Canberra. **Proceedings...** Gosford: Regional Institute, 1999. Disponível em: <<http://www.regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm>>. Acesso em: 15 maio 2010.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Biodiesel**. Brasília, 2007. Disponível em: <[www.biodiesel.gov.br/docs/Cartilha\\_Sebrae.pdf](http://www.biodiesel.gov.br/docs/Cartilha_Sebrae.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2010.

SILVA, C. A. et al. Digestibilidade da torta de nabo forrageiro para suínos em fase de crescimento e terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 45., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: ZOOTEC, 2007. 1 CD-ROM.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 166 p.

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

SIMON, A.; BERGNER, H.; SCHWABE, M. Glycerol as a feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v. 49, n. 2, p. 103-112, Apr. 1996.

SIMPLÍCIO, A. A. A caprino-ovinocultura na visão do agronegócio. **Revista Conselho Federal de Medicina Veterinária**, Brasília, ano 7, n. 24, p. 15-18, set./dez. 2001.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II., carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, Nov. 1992.

SOEST, P. J. van. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 26, n. 1, p. 119-128, Jan. 1967.

\_\_\_\_\_. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

SOUZA, A. D. V. et al. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-manso, nabo forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1328-1335, out. 2009.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **User's guide: statistics**. Cary, 1999. 956 p.

TEIXEIRA, J. C. Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 4., 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. p. 7-27.

VARGA, G. A.; DANN, H. M.; ISHLER, V. A. The use of fiber concentration for ration formulation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 11, p. 3063-3074, Nov. 1998.

VÉRAS, A. S. C. et al. Consumo e digestibilidade aparente em bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 2151-2156, nov./dez. 2000.

WILHELM, H. M.; DOMINGOS, A. K.; RAMOS, L. P. Processo de etanólise em meio alcalino do óleo bruto de nabo forrageiro. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: Ministério da Ciência e da Tecnologia, 2006. 1 CD-ROM.

ZANELLA, J. Biodiesel. **Jornal UNESP**, Jaboticabal, v. 9, n. 202, jul. 2005.  
Disponível em: <<http://www.unesp.br/aci/jornal/202/biodiesel.php>>. Acesso em:  
11 maio 2010.