



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

FERNANDO HENRIQUE BRUSSI BERAN

**DEGRADABILIDADE *in situ* E DIGESTIBILIDADES DE  
ALGUNS COMPONENTES NUTRITIVOS DE RAÇÕES  
CONTENDO TORTA DE NABO FORRAGEIRO EM BOVINOS**

---

Londrina  
2014

FERNANDO HENRIQUE BRUSSI BERAN

**DEGRADABILIDADE *in situ* E DIGESTIBILIDADES DE  
ALGUNS COMPONENTES NUTRITIVOS DE RAÇÕES  
CONTENDO TORTA DE NABO FORRAGEIRO EM BOVINOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina  
como requisito parcial para a obtenção do título de  
Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Leandro das Dores Ferreira da  
Silva.

Londrina  
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Beran, Fernando Henrique Brussi.

Degradabilidade *in situ* e digestibilidades de alguns componentes nutritivos de rações contendo torta de nabo forrageiro em bovinos / Fernando Henrique Brussi Beran. - Londrina, 2014.

76 f.:il.

Orientador: Leandro das Dores Ferreira da Silva.

Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2014.

Inclui bibliografia.

1. Torta de Nabo Forrageiro - Teses. 2. Digestibilidade com uso de Indicadores em Bovinos - Teses. 3. Digestibilidade intestinal "in vitro" - Teses. I. Silva, Leandro das Dores Ferreira da. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

FERNANDO HENRIQUE BRUSSI BERAN

**DEGRADABILIDADE *in situ* E DIGESTIBILIDADES DE ALGUNS  
COMPONENTES NUTRITIVOS DE RAÇÕES CONTENDO TORTA DE  
NABO FORRAGEIRO EM BOVINOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Animal da Universidade Estadual de  
Londrina como requisito parcial para a obtenção do  
título de Doutor.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Leandro das Dores Ferreira da  
Silva  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Agostinho Ludovico  
Universidade Norte do Paraná - UNOPAR

---

Prof. Dr. Edson Luis de Azambuja Ribeiro  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Sandra Galbeiro  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Valter Harry Bumbieris Junior  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 22 de Agosto de 2014.

“Embora não possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim”

“A vida nem sempre segue a nossa vontade, mas ela é perfeita naquilo que tem que ser”

“Vá firme na direção da sua Meta... Porque o Pensamento Cria...O desejo Atrai e a Fé Realiza”

“Tudo que é seu encontrará uma maneira de chegar até você”

“Quando você se for, a única coisa que vai deixar é a lembrança do que fez aqui”

“Ninguém cruza nosso caminho por acaso e nós não entramos na vida de alguém sem nenhuma razão...”

“ Sinceridade é a verdade com amor”

“Somos livres para decidir sobre nossos atos, muito embora nos tornemos escravos de suas conseqüências”

**Frases de Chico Xavier !!!!**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha esposa, companheira, “chará”, **Fernanda**, sempre torcendo pelo meu/nosso sucesso, apoiando e compartilhando minhas/nossas idéias e ajudando na realização destas, além da paciência, muito obrigado.

A minha querida, ainda pequena **Carolina**, pois com você aprendi a sentir emoções e descobrir alegrias de maneiras ainda desconhecidas para mim, obrigado “**Cacá**”.

Aos meus pais **José e Irene**, minha avó **Assumpta** (Saudades), pela confiança, e compreensão da minha ausência durante esses anos.

Ao meu orientador **Leandro das Dores Ferreira da Silva**, pela amizade, cumplicidade, fraternidade, exemplos de profissionalismo e perseverança, competência e principalmente valores humanos raros de se encontrar hoje em dia, muito obrigado.

Aos professores Edson, Ana Paula e Agostinho Ludovico, pela convivência e por participarem da banca de qualificação.

A todos os professores e funcionários do Laboratório de Tecnologia de Alimentos, que nos permitiram realizar parte deste trabalho.

Do laboratório de Nutrição Animal da UEL, agradeço a todos os estagiários, principalmente ao Mauricius (Téves) e Luiz Eduardo (Dú), pós-graduando (Fernando Massaro) pela amizade e que se envolveram relevantemente na elaboração deste trabalho, aos funcionários da Fazenda Escola que também ajudaram na execução.

Especialmente a Tânia Mara, pelo apoio, laboratorial, emocional e como mediadora no desenvolvimento desta pesquisa e problemas pessoais.

Aos professores Agostinho, Edson, Leandro, Sandra e Valter por aceitarem participar da banca e por futuras sugestões.

BERAN, Fernando Henrique Brussi **Degradabilidade *in situ* e digestibilidades de alguns componentes nutritivos de rações contendo torta de nabo forrageiro em bovinos.** 2014. 76 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

## RESUMO

O uso de alimentos não convencionais e tortas, com variados teores de óleo, principalmente os coprodutos da indústria de Biocombustíveis, dentre eles, a torta de nabo forrageiro, podem ser utilizados para a intensificação da atividade pecuária. No entanto o custo não é a única variável a ser considerada, além da resposta animal, os teores de inclusão, assim como a degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal, principalmente da proteína bruta (PB), são fundamentais. O objetivo deste estudo foi avaliar o uso da torta de nabo forrageiro em substituição a proteína do farelo de algodão com base na matéria seca (MS) em quatro tratamentos, sendo 0 para ração somente com farelo de algodão, 25, 50 e 75% de substituição da PB do farelo de algodão por proteína da torta de nabo. Foram utilizados quatro novilhos, dotados de cânula ruminal permanente, alimentados com as rações experimentais. Diariamente, 20g de óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), utilizado como indicador externo, foram incubadas diretamente no rúmen. A matéria seca indigestível (MSI), fibra em detergente neutro (FDNI) e ácido (FDAI) indigestível, foram utilizadas como indicadores internos, após 144 horas de incubação ruminal. Para a determinação da degradabilidade da MS, matéria orgânica (MO) e PB, as amostras foram incubadas em sacos de náilon nos tempos de 12, 20, 50, e 72 horas de fermentação ruminal. Os resíduos não degradados no rúmen, foram submetidos à digestão *in vitro*, em uma solução de pepsina, pH 1,9, e posteriormente, solução de pancreatina, pH 7,8, sendo então analisados para nitrogênio total, MS e MO. O consumo de MS não diferiu entre os tratamentos, independentemente da forma de expressão, sendo em média de, 10,29 kg MS dia<sup>-1</sup>; 1,94 % peso vivo (PV) ou 91,32 g kg<sup>-1</sup> PV<sup>0,75</sup>, assim como o pH, que variou de 6,50 a 6,91. Os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB e FDN, não apresentaram diferença entre os tratamentos, independentemente do indicador interno ou externo utilizado. Entre indicadores, menores digestibilidades para alguns componentes nutritivos, foram observadas com o  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , em comparação com a FDAI. A MSI se destacou por apresentar semelhança a FDNI e FDAI. As degradabilidades efetivas (DE) da MS para 2 e 5% h<sup>-1</sup> de taxa de passagem, sofreram efeito lineares positivos. A DE da MO apresentou efeito linear positivo para as três taxas de passagem. A fração B da PB apresentou efeito linear negativo, e as DE para 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup> de taxa de passagem, apresentaram efeitos lineares positivos, variando de 54,56 a 67,41% para a taxa de passagem de 5% h<sup>-1</sup>. As digestibilidades intestinais *in vitro* da MS, MO e PB não-degradada no rúmen, não diferiram entre os tratamentos para as três taxas de passagem, assim como a proteína não degradada no rúmen digestível (PNDR<sub>D</sub>). Entre taxas de passagem houve diferença para alguns parâmetros de digestibilidade. A inclusão de torta de nabo forrageiro, em dietas de animais adultos, nos limites estudados, pode ser considerada viável, pois não influenciou os coeficientes de digestibilidades, assim como o consumo de MS e pH ruminal.

**Palavras-chave:** Indicadores internos e externos. Óxido crômico. Matéria seca indigestível. Fibra em detergente neutro indigestível. Fibra em detergente ácido indigestível.

BERAN, Fernando Henrique Brussi. **Degradability *in situ* and digestibility of some nutritional components of diets containing turnip pie in cattle.** 2014. 76 p. Thesis (Doctor's Degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

### ABSTRACT

The use of unconventional foods and pies, with varied oil contents, especially the co-products of Biofuels industry, among them the turnip pie, can be used to the intensification of livestock activity. However, the cost is not the only variable to be considered, beyond the animal's response, the inclusion levels, and ruminal degradability and intestinal digestibility, mainly of crude protein (CP), are essential. The objective of this study was to evaluate the use of turnip pie replacing protein cottonseed meal based on dry matter (DM) in four treatments, being 0 to feed only with cottonseed meal, 25, 50 and 75% replacement of CP cottonseed meal by protein turnip pie. Four steers with permanent rumen cannula were used, fed on the experimental diets. Daily, 20g of chromium oxide ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), used as an external marker, were incubated directly in the rumen. The indigestible dry matter (IDM), neutral detergent fiber (NDF) and acid (IADF) indigestible, were used as internal indicators, after 144 hours of ruminal incubation. For the determination of the degradability of DM, organic matter (OM) and CP, samples were incubated in nylon bags in the times of 12, 20, 50, and 72 h of ruminal fermentation. The rumen undegraded residues were subjected to *in vitro* digestion in a pepsin solution, pH 1.9, and then pancreatin solution, pH 7.8 being then analyzed for total nitrogen, DM and OM. Dry matter intake did not differ from treatments in any form of expression, with an average of  $10.29 \text{ kg DM day}^{-1}$ ;  $1.94\%$  body weight (BW) or  $91.32 \text{ g kg}^{-1} \text{ BW}^{0.75}$ , and the pH ranged from 6.50 to 6.91. The digestibility coefficients of DM, OM, CP and NDF did not differ from treatments, regardless internal or external indicator were used. Between indicators, smaller digestibility for some nutritive components were observed with  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , compared with IADF. IDM stood out to show similarity to the NDF and IADF. The effective degradability (ED) of DM to 2 and  $5\% \text{ h}^{-1}$  of passage rate, suffered positive linear effect. The ED of OM presented positive linear effect to the three passage rates. The fraction B of CP presented negative linear effect, and ED to 2, 5 and  $8\% \text{ h}^{-1}$  of passage rate, presented positive linear effect, ranging from 54.56 to 67.41% for passage rate  $5\% \text{ h}^{-1}$ . The intestinal digestibilities *in vitro* of DM, OM and CP undegradable in the rumen did not differ from treatments to the three passage rates, as well as rumen undegradable protein digestible ( $\text{RUP}_D$ ). Among passage rates there was difference for some parameters of digestibility. The inclusion of turnip pie in diets for adult animals, in the limits studied, can be considered viable because it did not affect the digestibility coefficients, as well as the DM intake and ruminal pH.

**Key words:** Internal and external indicators. Chromic oxide. Indigestible dry matter. Indigestible neutral detergent fiber. Indigestible acid detergent fiber.

## LISTA DE TABELAS

### **Consumo, pH e digestibilidades totais de componentes nutritivos de rações contendo teores de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de algodão usando indicadores**

<b>Tabela 1</b> –	Composição químico-bromatológica das rações experimentais com base na matéria seca (MS) em % ..... 39
<b>Tabela 2</b> –	Consumo de matéria seca em kg por dia ( $\text{kg MS dia}^{-1}$ ), consumo em porcentagem do peso vivo (% de PV) e consumo em gramas de matéria seca por kg de peso metabólico ( $\text{g kg}^{-1} \text{PV}^{0,75}$ ) ..... 41
<b>Tabela 3</b> –	pH do líquido ruminal de bovinos alimentados com diferentes teores de substituição do farelo de algodão por torta de nabo forrageiro com base na proteína bruta em função do tempo após alimentação ..... 43
<b>Tabela 4</b> –	Coefficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB) e fibra em detergente neutro (CDFDN) por meio de alguns indicadores entre tratamentos ..... 44
<b>Tabela 5</b> –	Coefficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB) e fibra em detergente neutro (CDFDN) entre indicadores dentro de tratamentos ..... 46

### **Digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta de rações com teores de torta de nabo forrageiro em bovinos pela técnica de três estádios**

<b>Tabela 1</b> –	Composição bromatológica das rações experimentais com base na matéria seca (MS) em % ..... 56
<b>Tabela 2</b> –	Fração solúvel (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indigestível (C), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidades efetivas (DE) da matéria seca (MS) para taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e $8\% \text{ h}^{-1}$ , em %. ..... 59
<b>Tabela 3</b> –	Fração solúvel (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indigestível (C), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidades efetivas (DE) da matéria orgânica (MO) para taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e $8\% \text{ h}^{-1}$ , em %. ..... 60

<b>Tabela 4 –</b>	Fração solúvel (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indigestível (C), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidades efetivas (DE) da proteína bruta (PB) para taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h <sup>-1</sup> , em %.....	61
<b>Tabela 5 –</b>	Digestibilidade total (DIGTotal), degradação total (DEGTotal), digestibilidade intestinal <i>in vitro</i> em relação à digestão total (DIVAT) e digestibilidade intestinal <i>in vitro</i> da matéria seca (MS) para taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h <sup>-1</sup> , em %.....	63
<b>Tabela 6 –</b>	Degração e digestibilidades da matéria seca (MS) entre taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h <sup>-1</sup> , dentro de tratamentos, em %.....	63
<b>Tabela 7 –</b>	Digestibilidade total (DIGTotal), degradação total (DEGTotal), digestibilidade intestinal <i>in vitro</i> em relação à digestão total (DIVAT) e digestibilidade intestinal <i>in vitro</i> da matéria orgânica (MO) para taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h <sup>-1</sup> , em %.....	64
<b>Tabela 8 –</b>	Degração e digestibilidades da matéria orgânica (MO) entre taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h <sup>-1</sup> , dentro de tratamentos, em %.....	65
<b>Tabela 9 –</b>	Digestibilidade total (DIGTotal), degradação total (DEGTotal), digestibilidade intestinal <i>in vitro</i> em relação à digestão total (DIVAT) e digestibilidade intestinal <i>in vitro</i> da proteína bruta (PB) para taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h <sup>-1</sup> , em %.....	66
<b>Tabela 10 –</b>	Degração e digestibilidades da proteína bruta (PB) entre taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h <sup>-1</sup> , dentro de tratamentos, em %.....	67
<b>Tabela 11 –</b>	Teores de proteína bruta (PB), proteína degradável no rúmen (PDR), proteína não degradável no rúmen (PNDR) em (%) e proteína não degradável no rúmen digestível (PNDR <sub>D</sub> ) em (g kg <sup>-1</sup> MS).....	68

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
2.1	TÉCNICAS DE DIGESTIBILIDADE .....	13
2.1.2	Digestibilidade da Proteína .....	16
2.2	BIODIESEL .....	17
2.2.1	Glicerina .....	18
2.3	CO-PRODUTOS DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NA PRODUÇÃO DE RUMINATES.....	19
2.4	NABO FORRAGEIRO .....	24
2.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	35
3.1	OBJETIVO GERAL.....	35
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICO .....	35
<b>4</b>	<b>Consumo, pH e digestibilidades totais de componentes nutritivos de rações contendo teores de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de algodão usando indicadores</b>	
4.1	RESUMO .....	36
4.2	ABSTRACT .....	37
4.3	INTRODUÇÃO.....	38
4.4	MATERIAL E MÉTODOS .....	39
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
4.6	CONCLUSÕES.....	49
4.7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
<b>5</b>	<b>Digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta de rações com teores de torta de nabo forrageiro em bovinos pela técnica de três</b>	
5.1	RESUMO .....	53
5.2	ABSTRACT.....	54
5.3	INTRODUÇÃO.....	55
5.4	MATERIAL E MÉTODOS .....	56

5.6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	59
5.7	CONCLUSÕES.....	68
5.8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	<b>71</b>
	<b>ANEXO</b> .....	<b>72</b>
	ANEXO A - Normas da Revista Semina: Ciências Agrárias.....	73

## 1 INTRODUÇÃO

A criação de bovinos para a produção de leite e principalmente de corte, é basicamente realizada em pastagens, naturais ou cultivadas, resultando em um produto reconhecido no mercado internacional por suas características de produção consideradas naturais. Verifica-se, entretanto, que devido às condições climáticas, com épocas de secas e chuvosas bem definidas na maior parte do país, e à maior competitividade por produtos com melhor qualidade e de menor custo, torna-se necessário aumentar a taxa de desfrute, principalmente nas propriedades que mantêm na pecuária sua principal fonte de renda, tornando-as mais lucrativas.

Nas últimas décadas, a agropecuária do Brasil evoluiu em seus sistemas produtivos com ganhos na produtividade e aumento de desfrute, sendo este de 20,8% com aproximadamente 208 milhões de cabeças, no ano de 2013, segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC, 2013), alcançando padrões de produção mais sustentáveis economicamente, porém, ainda com espaço para melhorias.

Segundo informações do Banco de Metadados do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 1997, aproximadamente 14,88 milhões de bovinos foram abatidos, englobando todas as categorias, este número saltou para aproximadamente 34,41 milhões em 2013. Já a produção de carne para o ano de 1997 foi de 3,33 milhões de toneladas aproximadamente, atingindo 8,16 milhões de toneladas em 2013 (IBGE, 2014).

O Censo Agropecuário de 2006, do IBGE, revela que, no período entre 1995 e 2006, houve redução nas áreas de pastagens, passando de 177,7 para aproximadamente 172 milhões de ha, no mesmo período as lavouras tiveram área aumentada em aproximadamente 30 milhões de ha (IBGE, 2006). Neste contexto, é notável que a área utilizada pela pecuária vem se reduzindo, liberando terras para outras atividades, principalmente lavouras de grãos e bioenergia.

Deste modo, também houve contribuição para a diminuição de novos desmatamentos e conseqüentemente nas emissões de gases de efeito estufa provenientes da atividade pecuária. Dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA – USP), citados por Mustefaga e Nogueira (2010), estimam que as emissões da pecuária brasileira sejam da ordem de 1,18 megagrama de CO<sub>2</sub> equiv./ha/ano.

No entanto, Mustefaga e Nogueira (2010), ainda citam, que as pastagens sequestram cerca de 1,0 megagrama de CO<sub>2</sub> equiv./ha/ano, sendo que pastagens bem manejadas com maior índice produtivo, podem chegar até 2,0 megagrama de CO<sub>2</sub>

equiv./ha/ano, sendo praticamente possível anular as emissões devido a pecuária se for considerado o sequestro de carbono das pastagens, esta teoria também é compartilhada por Reis e Valente (2013), pesquisadores da Universidade de São Paulo (Unesp), Jaboticabal.

Portanto, o uso de medidas que visem intensificar a produção de animais ruminantes, entre elas, o abate de animais mais jovens, com idade de 12 a 18 meses, por meio do melhoramento das pastagens, assim como, a integração de sistemas agrosilvipastoris são alternativas que podem melhorar a sustentabilidade produtiva (CHIZZOTTI et al., 2012). Para se conseguir tais objetivos em animais ruminantes, o fornecimento de energia, proteína, minerais e de algumas vitaminas em quantidade e qualidade torna-se relevante no contexto produtivo.

O confinamento para engorda, produção de leite, ou simplesmente manutenção de uma determinada categoria durante o período de estiagem, disponibilizando pasto para outras categorias, são estratégias relevantes, porém demandam mais estrutura e capital investido. Outra alternativa, para se obter maiores níveis produtivos com menores investimentos, seria o acabamento de animais em pastagens adubadas, podendo ser utilizado em conjunto a suplementação dos mesmos, com ração concentrada.

Ações administrativas devem ser voltadas para medidas que reduzam o dispêndio de concentrado na dieta dos animais, que corresponde à fração mais onerosa do confinamento, por meio da reavaliação da qualidade dos volumosos utilizados e/ou da possibilidade do uso de alimentos alternativos.

Neste contexto, alimentos não convencionais como, coprodutos do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) oleaginosa utilizada para extração de óleo na produção do biodiesel, na forma de farelo ou torta, podem ser utilizados. O potencial de utilização destas matérias-primas deve-se, ao interesse desta cultura para a agricultura familiar, em decorrência à facilidade de produção e pelas condições de reciclagem de nutriente no solo, reduzindo custos com adubação, além de características agronômicas favoráveis à utilização como adubo verde (MELLO et al., 2008).

Segundo Bonfim et al. (2009), o coproduto, torta de nabo forrageiro, ainda é pouco estudado na literatura, mas é um alimento proteico (>37% de PB), com teor de fibra intermediário (29,74% de FDN). A presença de óleo na torta (>16% de EE) confere a este material uma concentração de energia próxima ao do farelo de soja. Sua utilização na alimentação de ruminantes possibilita destinar corretamente o resíduo gerado no processo de produção do biodiesel, podendo também diminuir custos de produção, uma vez que representa uma fonte proteica alternativa.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 TÉCNICAS DE DIGESTIBILIDADE

A avaliação do valor nutritivo dos alimentos tem sido um desafio. A digestibilidade dos alimentos, basicamente, é a sua capacidade de permitir que os animais utilizem em maior ou menor escala seus nutrientes. Essa capacidade é expressa pelo coeficiente de digestibilidade de um determinado nutriente, sendo um dos parâmetros mais importantes para essa avaliação (COELHO DA SILVA; LEÃO, 1979).

Sendo a ingestão de alimentos, uma das variáveis mais relevantes, que afetam a digestibilidade, Coelho da Silva e Leão (1979) e Lana (2005), discorrem sobre alguns fatores que interferem no consumo, como estado fisiológico, gestação ou lactação, genética, raças maiores ou mais produtivas consomem mais. Idade, animais mais novos consomem em torno de 3% do peso vivo em MS, reduzindo-se para 2% com o avançar da idade.

Coelho da Silva e Leão (1979) e Lana (2005), ainda citam o clima, em baixas temperaturas ocorre maior consumo, qualidade dos alimentos, forragens em estagio avançado de maturidade incorrem em decréscimo no teor de proteína e aumento nos teores de celulose e lignina resultando em menores consumos e digestibilidades.

A estimativa da digestibilidade, pode ser determinada *in vivo* pelo método tradicional de coleta total de fezes, requerendo controle rigoroso da ingestão e excreção, tornando este método trabalhoso e oneroso, principalmente quando aplicados em bovinos. A busca por métodos mais simples para a determinação da digestibilidade levou a idealização de métodos nomeados de indiretos, os quais utilizam indicadores ou marcadores (COELHO DA SILVA; LEÃO, 1979).

Indicadores são substâncias indigestíveis, normalmente de fácil determinação, podendo ser administradas com o alimento ou diretamente em algum segmento do aparelho digestório, no caso de indicadores externos, ou estarem presentes como constituintes naturais da dieta, no caso de indicadores internos, sendo ambos, posteriormente identificados e quantificados nas fezes ou ao final do segmento em estudo (BERCHIELLI et al., 2005).

Estes métodos apresentam certas vantagens sobre a coleta total de fezes, podem proporcionar uma série de informações, incluindo a quantidade consumida de alimento

ou nutriente específico, a taxa de passagem da digesta por todo ou parte do trato digestivo e a digestibilidade de todo o alimento ou nutrientes específicos (OLIVEIRA et al., 1991).

Porém, segundo Coelho da Silva e Leão (1979), os indicadores devem cumprir alguns requisitos, tais como, serem indigeríveis e inabsorvíveis, não ter efeito farmacológico, misturar-se uniformemente com a digesta, e ser dosado analiticamente com segurança e rapidez.

A estimativa dos coeficientes de digestibilidade aparente dos componentes nutritivos, é mensurada pela análise da concentração dos indicadores no alimento ingerido, e suas concentrações nas fezes, tal como, as seguintes equações citadas por Coelho da Silva e Leão, (1979), para estimar os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS) e qualquer outro nutriente específico:

$$\text{Coef. Dig. MS} = 100 - 100 \frac{(\% \text{ de indicador MS alimento})}{(\% \text{ de indicador MS fezes})}$$

$$\text{Coef. Dig. Nutriente} = 100 - 100 \frac{(\% \text{ de indicador MS alimento}) \times (\% \text{ Nutriente fezes})}{(\% \text{ de indicador MS fezes}) \times (\% \text{ Nutriente alimento})}$$

Dos indicadores externos, o mais utilizado é o óxido crômico, sendo seu emprego bastante difundido para estimativa da produção fecal, principalmente pelo fato de ser menos oneroso, facilmente incorporado à dieta e analisado com relativa facilidade, entretanto, apresenta grande variação de resultados (FREITAS et al., 2002).

Coelho da Silva e Leão (1979) apontam que vários problemas foram relatados na literatura, com relação ao uso do óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), como incompleta homogeneização na digesta ruminal, passagem mais rápida pelo rúmen que o material fibroso, talvez pelo fato do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , ter uma densidade específica maior que a do alimento, além de existir possibilidade de acúmulo em algum segmento do trato digestório, como omaso e abomaso, sendo posteriormente excretado de uma só vez, causando variações nas concentrações fecais diárias, além de incompleta recuperação.

Zeoula et al. (1992), citando vários autores também concordaram que a concentração fecal do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , pode variar durante o dia, entre dias e entre animais, e ainda declararam que poucos pesquisadores relataram recuperação fecal próxima de 100%, sendo que a maioria das pesquisas divulgaram recuperação entre 80 e 90% do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ingerido.

Constituintes naturais da dieta, associados à parede celular, os quais apresentam baixa digestibilidade têm sido utilizados como indicadores, denominados internos. Estes indicadores apresentam a vantagem de já estarem presentes no alimento, e de permanecerem distribuídos na digesta durante o processo de digestão e excreção (PIAGGIO et al., 1991).

A cinza insolúvel em detergente ácido (CIA) e a lignina tem sido amplamente empregadas como indicadores para a determinação da digestibilidade, porém, para que suas recuperações sejam próximas a 100%, necessita de algo em torno de 3% de presença na MS da dieta avaliada, no caso da CIA. O uso da lignina parece não ser satisfatório em dietas ricas em concentrado e plantas em estágio inicial de maturidade, provavelmente em função do baixo teor de lignina existente (BERCHIELLI et al., 2005).

Entre os indicadores internos, as fibras indigestíveis são os mais utilizados, a fibra em detergente neutro indigestível (FDNI) e a fibra em detergente ácido indigestível (FDAI) são indicadores com bom potencial de utilização para estimativa da digestibilidade, apresentando a vantagem de serem obtidos de modo simples e econômico.

Tendo em vista que os processos digestivos removem quase a totalidade dos compostos solúveis e dos insolúveis potencialmente digestíveis, Detmann et al. (2001) propuseram que a MSI, incubada por períodos de tempo semelhantes para a determinação da fibra indigestível, pode ser um indicador interno representativo e preciso na determinação da digestibilidade, além de ser facilmente processada, com vantagens econômicas, por não necessitar de reagentes em sua determinação.

No entanto, estudos com indicadores ou marcadores, principalmente internos, para a estimativa da digestibilidade de forma indireta, apresentam grande variabilidade dos resultados, que segundo Lippke et al. (1986), pode ser atribuída a falta de padronização nos métodos de determinação. Piaggio et al. (1991), também aponta que as variações existentes na recuperação de indicadores indigestíveis pela incubação ruminal, podem estar associadas às perdas de partículas ocorridas pelos poros dos sacos de náilon.

Alguns fatores podem influenciar a digestibilidade *in vivo*, tais como os citados por Cochram et al. (1986), efeitos associativos entre os ingredientes da dieta, nível de ingestão, taxa de passagem, além da interação desses fatores, podem dificultar a replicação dessas condições em técnicas *in vitro*.

As melhores correlações entre digestibilidades determinadas *in vitro* e *in vivo* são obtidas por meio de técnicas de duas fases, simulando-se a fermentação ruminal e a digestão enzimática com pepsina em pH ácido (Silva e Queiróz, 2002).

O conhecimento da degradabilidade ruminal e da digestibilidade da proteína bruta no intestino delgado é fundamental, assim como, a resposta animal é outra variável importante e não deve ser desconsiderada ao se avaliar os alimentos. O estudo da digestão de proteínas no intestino delgado é caro e trabalhoso, além de requerer a utilização de animais canulados em várias seções do trato digestório (CALSAMIGLIA; STERN, 1995).

Espera-se que uma técnica *in vitro* que vise estimar a digestão intestinal de proteína, deva simular as condições fisiológicas dos ruminantes, incluindo os efeitos causados pela fermentação ruminal, deve ser rápida, confiável, barata e aplicável a uma ampla variedade de alimentos (CALSAMIGLIA; STERN, 1995).

A técnica de técnica dos três estágios *in vitro* desenvolvida por Calsamiglia e Stern (1995), para estimar a digestibilidade intestinal da PNDR em animais ruminantes, apresenta em sua concepção, todas essas etapas. Pois apresenta uma fase *in situ* para a determinação da degradabilidade ruminal, representando verdadeiramente as condições fisiológicas dos ruminantes, seguida de uma fase de digestão enzimática, com pepsina, em pH ácido, durante 1 hora. A última fase, após neutralização, ocorre em pH alcalino, por 24 horas, tendo a pancreatina como enzima.

Nas duas últimas fases, a digestão é realizada em banho maria com agitação controlada e temperatura em 38°C. Portanto, é uma técnica, relativamente rápida, não onerosa, simples e pode ser utilizada para uma grande variedade de alimentos.

### 2.1.2 Digestibilidade da Proteína

A fonte proteica é um dos pontos mais importantes nas formulações das rações, considerando-se o custo, seu papel na cinética ruminal e a digestibilidade dos componentes nutritivos das rações ao longo do trato digestivo. Por este motivo, tem havido considerável interesse na redução das perdas de compostos nitrogenados pelos ruminantes (RUSSELL et al., 1992). O fornecimento de energia é um dos fatores determinantes para o crescimento microbiano máximo, porém o teor e a fonte de proteína também não podem ser desconsiderados. Sniffen e Robinson (1987) relataram que quando dietas com altos teores de carboidratos fermentáveis são fornecidas, a proteína torna-se o principal fator limitante para a síntese microbiana.

Para determinar a degradabilidade ruminal da proteína bruta, os sistemas recomendados pelo NRC (1985), NRC (1989) e pelo AFRC (1993), consideram as frações proteicas como sendo: "A", fração solúvel representada pelo nitrogênio não proteico, "B",

compreende a proteína verdadeira potencialmente disponível e "C", representada pelo nitrogênio indisponível no trato gastrointestinal. O sistema proposto pelo, CNCPS, The Cornell Net Carbohydrate and Protein System, descrito por Sniffen et al. (1992), considera três diferentes frações proteicas de "B", sendo então: "B1" de rápida degradação, "B2" com degradação intermediária, "B3" associada a parede celular com lenta taxa de degradação, e "C" a fração proteica totalmente indisponível, o NRC (2001) passou também a utilizar três frações de B.

No que diz respeito à digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen, estes sistemas a consideram constante: o NRC (1985), NRC (1989) adotam 80% para a digestibilidade intestinal, o AFRC (1993) considera 90% e o CNCPS e NRC (2001) consideram 100% para as frações B1 e B2, e 80% para a fração B3. Dessa forma, podem-se cometer erros a partir desta pressuposição, tornando-se necessário estimar de forma mais precisa a digestibilidade intestinal de cada alimento (CABRAL et al. 2001). O conhecimento da degradabilidade ruminal e da digestibilidade da proteína bruta no intestino delgado é fundamental, assim como, a resposta animal é outra variável importante e não deve ser desconsiderada ao se avaliar os alimentos.

## 2.2 BIODIESEL

O biodiesel pode ser definido como um combustível composto de monoalquilésteres de ácidos graxos de cadeia longa, não contém petróleo, mas pode ser adicionado a ele formando uma mistura possível de ser usada em um motor de ciclo DIESEL, com ignição a compressão sem necessidade de modificações mecânicas (STORCK BIODIESEL, 2008). A partir do óleo bruto, molécula formada por três ésteres ligados a uma molécula de glicerina, o que faz dele um triglicídio, o biodiesel, é resultante, de um processo chamado de transesterificação, com a utilização de um álcool (metanol ou etanol), na presença de um catalisador ácido ou básico, para romper quimicamente a molécula de um óleo puro e produzir moléculas de éster metílico ou etílico (biodiesel) e um coproduto, glicerina (PARENTE, 2003).

O hidróxido de sódio é o catalisador mais usado no Brasil, assim como o etanol, por ser difundido em todo o território nacional, porém a rota metílica apresenta mais vantagens, como, menores quantidades de álcool utilizadas, menores tempos e temperaturas de reação. A glicerina bruta ou destilada (15 a 20% resultante do processo), é um produto valorizado no mercado de sabões e juntamente com as tortas ou farelos oriundos do

processamento, podem ser fontes de receitas de grande importância na contabilidade final da indústria integrada de biodiesel, sendo um fator motivador ou inibidor do sucesso dos empreendimentos (PARENTE, 2003; BARROS et al., 2006).

Através do Decreto Estadual número 2101, de 10 de Novembro de 2003 foi criado o programa Paranaense de Bioenergia, com o objetivo de gerir e fomentar ações de pesquisa e desenvolvimento, aplicações e uso de biomassa no Estado do Paraná. O foco inicial foi sobre a produção e aplicação do biodiesel, visando a matriz energética estadual (PARANÁ, 2003).

Sob a justificativa de maior geração de empregos e renda, principalmente para a agricultura familiar, além da diminuição do uso de combustíveis fósseis, o programa tem como objetivos a produção, caracterização e identificação das potencialidades do girassol e do nabo forrageiro, como matérias primas para a fabricação de biodiesel. Testes com óleos de soja, algodão, girassol e nabo forrageiro, além do uso de biodiesel puro ou de suas misturas com o diesel, em tratores e máquinas agrícolas também estavam previstos (YAMAOKA et al., 2010).

Segundo a Medida Provisória número 647, de 28 de maio de 2014, a presidente da república alterou os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel, para o consumidor final em todo o território nacional, sendo: 6% a partir de 1º de Julho de 2014; e 7% a partir de 1º de Novembro de 2014, (BRASIL, 2014).

### 2.2.1 Glicerina

Segundo Vasconcelos (2012), devido principalmente ao aumento da inclusão de biodiesel ao óleo diesel, de dois para 5% no ano de 2010, a produção nacional de glicerina em 2011, atingiu 260 mil toneladas, com 2,6 bilhões de litros de biodiesel fabricados. Para 2020 a perspectiva é de que a produção chegue a 14,3 bilhões de litros fabricados. Por outro lado, a demanda interna de glicerina é estimada em 40 mil toneladas, pelos mercados tradicionais, como a indústria de cosméticos, medicamentos e química, as quais utilizam a glicerina com pureza acima de 95%.

Neste cenário a utilização da glicerina, principalmente em sua forma bruta, torna-se relevante para o programa de biodiesel, pois o excedente geraria renda, além de evitar custos com um possível descarte do produto. Isto coloca a indústria de rações animal em posição estratégica, pois poderia consumir parte deste excedente de produção, além de diminuir o custo devido à substituição dos ingredientes tradicionais.

Segundo Sindirações (2010) o Ministério da Agricultura estabeleceu padrão mínimo de qualidade da glicerina para a alimentação animal, sendo teor mínimo de glicerol,  $800 \text{ g Kg}^{-1}$ ; teor máximo de umidade  $130 \text{ g Kg}^{-1}$ ; teor máximo de metanol  $150 \text{ mg Kg}^{-1}$  e o sódio deve ser garantido pelo fabricante em  $\text{g Kg}^{-1}$ , pois varia em função de processo produtivo, porém indicam ressalvas quanto a utilização de glicerina provenientes de oleaginosas com toxicidades, como pinhão-manso e mamona, assim como, para o uso em ruminantes da glicerina proveniente do sebo bovino.

Schöder e Südekum (1999) utilizaram o glicerol como substância glicogênica em 10% da dieta total, comparada com uma fonte de carboidrato rapidamente fermentável, para vacas com alta produção de leite. Os autores concluíram que o glicerol melhorou o suprimento de energia e auxiliou na prevenção de problemas de Cetose, sem afetar negativamente o ambiente ruminal.

Parsons et al. (2009) observaram diminuição linear na ingestão de matéria seca com a inclusão de 0, 2, 4, 6, 8, 12 ou 16% de glicerina bruta nas dietas de novilhas cruzadas. Também relataram aumento no peso final dos animais até o nível de 8%, a partir deste, o peso final diminuiu com o aumento da concentração e foi menor com 16% de inclusão, comportamento semelhante também foi reportado para o ganho médio diário.

Lage et al. (2010) avaliaram os efeitos da inclusão de glicerina bruta (36,2% de glicerol) em 0; 3; 6; 9 e 12% da matéria seca em substituição ao milho na dieta de cordeiros em terminação, e concluíram que esta pode ser incluída em até 6% da matéria seca, com otimização da conversão alimentar e aumento dos benefícios econômicos.

Van Cleef (2012), analisando dietas em animais da raça Nelore, não castrados, com a inclusão de 0; 7,5; 15; 22,5 e 30% de glicerina, não relatou diferença significativa para ganho médio diário, peso final e ingestão de matéria seca, porém a ingestão de FDN apresentou efeito linear negativo. Os pesos de carcaça quente e frio, área de olho de lombo não apresentaram diferença significativa.

### 2.3 CO-PRODUTOS DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES

Atualmente a agricultura, canaviais para a produção de bioenergia, heveicultura para a produção de borracha e lavouras sazonais, principalmente as culturas de soja, milho e algodão, vem propiciando maior retorno financeiro, quando comparada com a pecuária, este fato vem promovendo uma redução nas áreas de pastagem, as quais dão lugar às lavouras. No entanto, isto proporciona, por outro lado, um maior número de resíduos e

subprodutos agroindustriais, além dos próprios alimentos produzidos, aumentando assim o número de alimentos que podem ser usados na alimentação de ruminantes, tendo uma relação custo/benefício mais favorável.

Neste contexto, alimentos convencionais, como por exemplo o grão de girassol, grão de soja, caroço de algodão são explorados em larga escala pela indústria para extração de óleo e produção de fibras têxteis, e resíduos de grãos ou alimentos não convencionais como a mamona, dendê, canola, macaúba, babaçu, pinhão manso e nabo forrageiro, estes principalmente utilizados para a produção de biodiesel, de forma mais regionalizada, geram coprodutos como farelos e tortas com maiores ou menores teores de óleo.

Estes coprodutos podem ser utilizadas na alimentação animal, porém necessitam de estudos para se adequarem os melhores teores de inclusão ou de substituição de outros alimentos mais onerosos nas rações.

As tortas e farelos dos alimentos ditos não convencionais, ou cultivados regionalmente em pequena escala, não apresentam valores agregados porque são desconhecidas as suas potencialidades nutricionais e econômicas. Também há possibilidades de obtenção de receitas advindas do mercado de crédito de carbono, relativas à redução da emissão de gás metano, passíveis de ocorrer quando se utilizam rações contendo essas oleaginosas. Em estudos declarados por Grainger (2008), no Canadá pesquisas têm demonstrado que para cada 2% de acréscimo de gordura na ração para ruminantes, é possível reduzir em até 12% a quantidade de metano produzido por kg de matéria seca consumida, e que, se isto fosse aplicado à pecuária leiteira da Austrália poderia gerar aproximadamente AU\$ 30,5 milhões de dólares australianos para a atividade.

No Brasil os coprodutos gerados a partir da produção de biodiesel, na forma de farelos ou tortas, podem na grande maioria ser utilizados na alimentação animal, levando-se em conta fatores antinutricionais e toxicidades que alguns possam apresentar, além de limites de fornecimento e armazenamento, para se evitar por exemplo, a contaminação por fungos e aflatoxinas. Estas tortas têm como características teor de proteína relativamente alto (35%), variando de 14 a 60%, sugerindo sua utilização como fonte protéica, extrato etéreo variando de 3 a 24% (ABDALLA et al., 2008). Com teores de fibra relativamente baixos (20%), podendo ser classificadas como alimentos concentrados (MORRISON, 1966).

Em estudos realizados no Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Abdalla et al. (2008) avaliaram a inclusão de tortas de algodão, dendê, mamona e pinhão manso na dieta de ruminantes, visando mitigar as emissões de

metano, por meio de técnicas *in vitro*. As tortas testadas foram incluídas nos teores de: 25, 50, 75 e 100% em substituição ao farelo de soja. Ao nível de 5% de significância, as tortas apresentaram menores produções de gases, com exceção da torta de algodão para inclusões acima de 50%. As produções de metano em mL g<sup>-1</sup> de matéria orgânica verdadeiramente digestível (MOVD) foram, 15,3 para o farelo de soja, e para as tortas foram: 13,4 (algodão), 11,1 (dendê), 11,8 (mamona) e 9,5 (pinhão manso).

Vários estudos e trabalhos de investigação sobre a qualidade nutricional das tortas e farelos oriundos da produção de biodiesel, tem mostrado o potencial de utilização destes materiais na alimentação de animais ruminantes, (BERAN et al., 2005; BARBERO et al., 2008; DOMINGUES et al., 2010).

Mesmo que, animais ruminantes possam inativar alguns princípios antinutricionais e alguns coprodutos apresentem características nutricionais interessantes, deve-se atentar para possíveis efeitos deletérios, devido à presença de metabólitos bioativos em alguns materiais. Esses compostos vão desde agentes goitrogênicos, glucosinalatos, ácido fítico, gossipol, taninos e saponinas, até compostos altamente tóxicos, como no caso do éster de forbol encontrados em tortas de pinhão manso.

Entretanto, alguns desses compostos são termolábeis e o desenvolvimento de variedades livres de alguns destes compostos, tem favorecido a introdução das tortas e farelos na dieta de ruminantes (MAKKAR et al., 1997).

No caso do pinhão manso, segundo informações de Mendonça e Laviola (2009), a EMBRAPA Agroenergia, visando mitigar os efeitos da toxidez, adotou como estratégia a identificação de materiais genéticos cujos, os grãos não apresentem éster de forbol em grandes quantidades, conhecidas como variedades não tóxicas, encontradas principalmente no México, para posterior incorporação desta característica em cultivares comerciais.

Os tratamentos empregados em escala industrial existentes não retiram ou inativam por completo o forbol, e doses extremamente baixas do éster de forbol, 0,25-1,0 g kg<sup>-1</sup> de peso vivo em bovinos, causam intoxicação aguda e tem como efeito 100% de mortalidade em até 19 horas, intoxicações crônicas com 0,025 g kg<sup>-1</sup> de peso vivo, acarretam mortalidade entre 10 e 14 dias.

Oliveira (2012), por meio da degradabilidade ruminal *in vitro*, divulgaram valores para a proteína degradada no rúmen de 55,0 g kg<sup>-1</sup> de MO para a amostra tóxica de pinhão manso, ao passo que para a amostra não tóxica, encontrou 657,67 g kg<sup>-1</sup> de MO, as amostras destoxificadas, 122,0 g kg<sup>-1</sup> (tratada com NaOH) e 197,9 g kg<sup>-1</sup> de MO (tratada com

Cal). As digestibilidades intestinais da proteína não degradada no rúmen em  $\text{g kg}^{-1}$  de MS divulgadas foram de 5,3 para a amostra tóxica, 122,33 amostra não tóxica, 58,8 amostra tratada com NaOH e 37,7 amostra tratada com Cal.

Em outro ensaio de desempenho com ovinos durante 60 dias, Oliveira (2012), relatou que ao substituir o farelo de soja, tratamento controle, por torta de pinhão manso atóxica com base na PB, em teores de 20, 40 e 60%, nas rações experimentais, a ingestão de MS, ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA) não diferiram. Repetindo o experimento anterior com a variedade destoxificada, o autor relatou efeito linear negativo para o consumo de MS, GMD e CA, sendo que para estes dois últimos os valores foram negativos para os teores de 40 e 60%, além de três mortes no tratamento com teor de 60% e o experimento foi suspenso com 40 dias.

Segundo dados da CONAB (2013), a cultura de algodão ocupou na safra 2011/2012 uma área com aproximadamente 1,393 milhões de hectares, 46% a mais em relação à safra 2009/2010, devido aos preços recordes alcançados pela fibra têxtil neste período. Com uma produção de 4,89 milhões de toneladas, se firmando como uma considerável fonte de produtos para alimentação animal, principalmente animais ruminantes. O beneficiamento de 100 kg de algodão bruto resulta em 61 kg de caroço e 26,23 kg de farelo. Os farelos apresentam teores de proteína bruta que variam de 34,3% a 48,9%, energia digestível de 3,22 a 3,44  $\text{Mcal kg}^{-1}$  (SILVA, 1995).

Trabalhando com digestão *in vitro*, pela técnica dos três estágios, Cabral et al. (2001), depois de incubar os alimentos por um período de 16 horas, relataram valores de proteína não degradada no rúmen da ordem de 35,29% e 31,14%, para o farelo de algodão e o caroço de algodão, respectivamente. Ainda declararam que a digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen do farelo de algodão foi de 53,66% e para o caroço de algodão foi de 39,94%. Beran (2004), trabalhando também com digestão *in vitro*, pela técnica dos três estágios, reportou para o farelo de algodão, valores de 22,45; 33,60 e 73,79  $\text{g Kg}^{-1}$  de MS de proteína não degradada no rúmen digestível, para taxas de passagem estimadas em 3, 5 e 8%  $\text{h}^{-1}$ , respectivamente. Zanetti et al. (1997), ao confinarem 18 animais, com dietas isocalóricas e isoprotéicas variando somente as fontes proteicas, farelo de algodão, grão de soja tostado e o grão de soja cru, relataram maiores ganhos médios diário e melhor conversão alimentar para o tratamento com farelo de algodão.

No ano agrícola 2011/2012 a área plantada com a cultura do girassol, foi de aproximadamente 74,5 mil hectares com uma produção de aproximadamente 116,4 mil toneladas de grãos, segundo estimativas da CONAB – Companhia Nacional de

Abastecimento (2013). Comumente, o farelo de girassol comercializado no Brasil não é desprovido de casca, incorrendo assim em menores teores de PB e maiores percentagens de FDN e FDA e segundo citações de Mendes (2003), apresenta teores de PB entre 31,4 e 33,4%, FDN entre 46,5 e 55,5% e FDA entre 37,3 e 42,5%.

O rendimento da torta de girassol varia de acordo com o cultivar e normalmente, no processo da prensagem a frio, consegue-se extrair em torno de 1/3 do peso total de grãos em óleo. Portanto, para cada 1.500 kg de grãos obtém-se, em média, 500 kg de óleo e 1.000 kg de torta, esta podendo apresentar extrato etéreo (EE) variando entre 10 e 27% (OLIVEIRA e CÁCERES, 2003). Beran et al. (2007), relatam valores para a digestibilidade intestinal *in vitro* da PB para taxas de passagem de 3; 5 e 8% h<sup>-1</sup> de 13,49; 17,49 e 21,32% respectivamente para torta de girassol com 1 prensagem, e 19,93; 17,49 e 21,32% para torta de girassol com 2 prensagens.

A produção de amendoim, 294,7 mil toneladas, em uma área de aproximadamente 93,9 mil ha na safra 2011/2012, segundo CONAB (2013), também pode ser um importante ingrediente regionalmente. Segundo Góes (2004), o farelo de amendoim pode substituir o farelo de soja como fonte de proteína degradada no rúmen, pois a 5% h<sup>-1</sup> de taxa de passagem a PB apresentou degradabilidade efetiva de 85,2% contra 57,4% do farelo de soja, a degradabilidade efetiva a 8%/h foi de 80,1% e 47,3% para o amendoim e farelo de soja, respectivamente.

Ribeiro et al. (2005) utilizaram farelo de amendoim em concentrado inicial para cordeiros e concluíram que o mesmo pode substituir o farelo de soja com e sem melaço de cana, sem prejudicar o desempenho produtivo.

A produção de mamona na safra 2011/2012, segundo CONAB (2013) foi de 24,9 mil toneladas, praticamente 20%, comparada com a safra anterior, de 141,3 mil toneladas, com área cultivada de 128,2 mil ha. O recorde de produção se deu na safra de 1984/1985, com 393 mil toneladas e 485 mil ha cultivados. Segundo Evangelista (2007), a torta de mamona tem sido utilizada em grande escala como adubo orgânico, porém se detoxificada, pode ser usada na alimentação animal. Os princípios tóxicos encontrados na mamona são a ricina, ricinina e um fator alergênico (CBA), os quais podem provocar hemaglutinação e hemólise, além de passarem ao leite de vacas alimentadas com a torta.

Em um ensaio com ovinos, Furtado et al. (2012), avaliaram o uso da torta de mamona obtida por prensagem mecânica com temperaturas variando entre 90 e 100°C, substituindo 67% do farelo de soja em uma dieta com relação volumoso:concentrado de 50:50. Não observaram diferença para o consumo de nutrientes e digestibilidades da MS, MO

e PB, entre a torta de mamona e os tratamentos que sofreram algum processo para destoxificação. Concluíram que a torta de mamona sem destoxificação pode ser utilizada até o limite de 8% na ração total.

#### 2.4 NABO FORRAGEIRO

O nabo forrageiro pertence à ordem *Brassicales*, família botânica *Brassicaceae*, gênero *Raphanus* e espécie *Sativus*, genericamente denominado como crucífera devido ao arranjo de suas flores de quatro pétalas em forma de cruz (THEISEN, 2008). É uma planta herbácea anual, ereta, alógama, muito ramificada e pode atingir até 1,80 m de altura, promovendo a cobertura de 70% do solo em 60 dias após emergência (CALEGARI, 1990).

O fruto é classificado como uma síliqua indeiscente, variando de 3 a 5 cm de comprimento, contendo de 2 a 10 sementes (DERPSCH e CALEGARI, 1992). O florescimento ocorre no inverno entre 70 e 80 dias após o plantio e atinge o pico dos 100 aos 120 dias. Para aumentar a plenitude da florada em uso como pasto apícola, recomendam-se, plantios sucessivos com intervalos entre 15 e 20 dias. O nabo forrageiro também pode ser usado em pomares para desviar a atenção de insetos que atacam frutos e flores (CATI, 2014).

Segundo Mascarenhas et al. (2010), suas sementes apresentam consideráveis teores de óleo, podendo atingir até 38%, com relativa facilidade de extração e simplicidade de cultivo, podendo tornar-se matéria prima de interesse aos produtores rurais. Ferreira et al. (2012), declaram que o espaçamento entre linhas na cultura do nabo forrageiro deve estar entre 0,3 a 0,35 m para aumento da produtividade de aproximadamente 700 kg ha<sup>-1</sup>.

Silva et al. (2013), avaliando três cultivares de nabo forrageiro em sistemas solteiro ou consorciado com pinhão manso, divulgaram valores para a produtividade de 375,34 a 528,72 kg ha<sup>-1</sup>, teor de óleo variando de 28,85 a 34,82 % e produtividade de óleo por ha variando de 129,09 a 155,07 kg. O nabo forrageiro apresenta produtividade média de 3000 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca da parte aérea, e mesmo sem adubação este valor oscila entre 2000 e 6000 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca no estágio de floração (CALEGARI, 1998).

De acordo com Mário Rios (2008), o nabo forrageiro despertou o interesse por parte das usinas de bioenergia, como adubo verde na reforma de canaviais, pois além da reciclagem de nutrientes do solo, suas raízes são pivotantes e profundas, podendo chegar a 2,50 m de profundidade com grande capacidade de descompactação do solo, inibindo inclusive, o aparecimento de plantas invasoras, devido ao seu rápido crescimento.

Cruciol et al. (2005), avaliando a decomposição e a liberação de macronutrientes do resíduo de nabo forrageiro após a dessecação e manejo com rolo-faca, 30 dias após a emergência, encontraram 2.938 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca aérea, com acúmulo de 57,2; 15,3 e 85,7 kg ha<sup>-1</sup> de N, P e K, respectivamente. Concluíram que o manejo pré-florescimento apresenta rápida degradação da palhada e liberação de quantidades significativas de macronutrientes para a cultura subsequente.

Em estudo comparativo entre tortas residuais da produção de biodiesel, realizadas no Instituto Agrônomo do Paraná, unidade de Ibiporã, Lançanova (2008), reportou valores para a semente de nabo forrageiro de 29,57% para a PB e 30,77% para o EE. Já para a torta de nabo obtida por prensagem os valores declarados fora: 90,09% de MS, 39,74% de PB, 15,93% para EE e 6,02% para matéria mineral.

Neiva Junior et al. (2007), fazendo comparativo sobre a composição química das tortas de algodão, girassol, nabo forrageiro e pinhão manso, obtiveram valores de extrato etéreo com base na matéria seca de 15,71; 21,60; 23,70 e 24,16%, respectivamente. Segundo Staples et al. (2001), deve-se tomar cuidado com a quantidade a ser ministrada para ruminantes, devido ao teor elevado de óleo, uma vez que, a adição de lipídeos na ração em teores acima de 7% da matéria seca total pode prejudicar a degradação do alimento, e os outros ingredientes da ração já possuem, em média de 3 a 4% de extrato etéreo.

Cruz et al. (2001), citado por Castro (2008) e Pena et al. (2010), informaram que a presença de fatores antinutricionais no nabo forrageiro, como, glucosinolatos e ácido erúxico, além do sabor amargo, podem diminuir o consumo em muitos animais. Entretanto, respeitando-se os limites de utilização ou promovendo tratamentos que inibam tais princípios, coprodutos do nabo forrageiro podem ser utilizados visando reduzir os custos das rações.

Os glucosinolatos intactos, aparentemente, são relativamente inócuos. Os produtos de sua hidrólise pela ação do calor, baixo pH ou enzimaticamente pela enzima mironidase, é que são considerados tóxicos. Esta enzima ocorre naturalmente junto com os glucosinolatos nas sementes, e o contato desses dois componentes, durante o processamento, pode provocar a liberação de isotiocianetos e nitrilas, os quais, interferem na atividade da glândula tireoide, hipertrofia e hiperplasia da mesma, além de lesões no fígado e rins (BELL, 1993).

Segundo dados reportados por Ferrari et al. (2005), a composição em ácidos graxos do óleo extraído do nabo forrageiro, apresenta 11,86 g/100g de ácido erúxico, ácido graxo de cadeia longa (C22:1), o qual pode prejudicar o desenvolvimento dos animais. Porém

este composto tóxico é extraído com o óleo, restando baixas concentrações nas tortas e farelos, (PENA, 2010).

Com o objetivo de caracterizar a torta de nabo forrageiro, com 94,87% de MS, 94,94 de MO, 14,26% de EE e 43,31% de PB, para a nutrição de ruminantes, Fortaleza et al. (2009) utilizando bovinos canulados no rúmen, constataram *in situ* que a MS da torta de nabo forrageiro possui 31,26% de fração solúvel (A), 57,90% de fração insolúvel potencialmente degradável (B), 10,83% de fração indegradável (C), 82,36% de degradabilidade potencial (DP). Para a proteína bruta do nabo forrageiro encontraram 34,18% de fração A, 61,92% de fração B, 3,89% de fração C, e 96,06% para DP. As degradabilidades efetivas (DE), para taxa de passagem de 5% h<sup>-1</sup> foram de 66,59; 55,63 e 53,20%, respectivamente para a matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta.

Fortaleza (2007), realizou o fracionamento *in vitro* de proteínas e carboidratos e observou que a torta de nabo forrageiro apresentou 15,77% de fração nitrogenada-não-proteica (A), 27,58% de fração proteica de rápida degradação no rúmen (B1), 42,34% de fração proteica insolúvel (B2), 11,65% de fração proteica insolúvel lentamente degradável (B3) e 2,64% de fração proteica indegradável no rúmen (C). No que tange a carboidratos, foram encontrados 43,68% para a fração correspondente a açúcares simples de rápida degradação ruminal (A+B1), 41,74% de fração digestível da parede celular (B2) e 15,75% de fração indigestível da parede celular (C). Portanto, a referida autora concluiu que a torta de nabo forrageiro pode ser utilizada na nutrição animal como fonte proteica.

Barbero et al. (2007), avaliando a digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e de proteína bruta (PB) em bovinos de corte, em resposta aos teores de nabo forrageiro de (0, 25, 50, 75 e 100%) em substituição ao farelo de soja, não encontraram diferença significativa para a digestibilidade da MS entre os diferentes tratamentos, porém, a digestibilidade da matéria orgânica foi maior com a substituição de 25%, sendo 66,76%. Para a digestibilidade da PB os valores reportados pelos autores foram 71,01; 73,33; 72,55; 73,38 e 73,68% para os teores de 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição. Estes resultados também sugerem que a utilização do nabo forrageiro é viável na alimentação de bovinos.

Mello et al. (2008) avaliando a inclusão de 0, 7,5 e 15% de farelo de nabo forrageiro em adição a um suplemento comercial com 35% de proteína bruta, para bovinos Nelore de 285 kg de peso vivo com 14 meses de idade, mantidos em pastagens com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, relataram ganho de peso médio diário de 0,613 kg para o

tratamento com 7,5% de inclusão, o qual foi superior ao dos animais que receberam 15% (0,463 kg) e também valor médio absoluto mais elevado em relação aos animais que não receberam nabo forrageiro (0,525 kg). Ainda, divulgaram valores que demonstraram a elevada degradabilidade da matéria seca, proteína bruta e da fibra em detergente neutro do farelo de nabo forrageiro.

Em um ensaio para avaliar o consumo de MS e o ganho de peso médio diário (GPMD), Barbero et al. (2008) utilizaram novilhas  $\frac{1}{2}$  sangue Simental +  $\frac{1}{2}$  sangue Nelore (210 kg de peso vivo e 13 meses de idade), mantidas em sistema de pastejo rotacionado, variando somente a fonte proteica do suplemento (farelo de soja, caroço de algodão ou torta de nabo forrageiro), sendo fornecido na quantidade de 1% em relação ao peso vivo, observaram um consumo de MS de 2,22; 2,27 e 1,06 kg dia<sup>-1</sup> e GPMD de 0,810; 0,760 e 0,400 Kg dia<sup>-1</sup>, respectivamente para o farelo de soja, caroço de algodão e torta de nabo forrageiro, porém não houve diferenças significativas nas características físicas das carcaças.

Logo, é possível observar que a presença da torta de nabo forrageiro como fonte exclusiva de proteína ocasionou redução no consumo de ração fornecida e conseqüentemente, redução no GPMD. Neste sentido, Barbero et al. (2008), citaram que a torta de nabo forrageiro pode ser uma boa alternativa de alimento em rações ou suplementos onde se deseja limitar o consumo dos animais.

Com 16 horas de incubação ruminal e posterior digestão enzimática para determinação da digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen (PNDR), Couto et al. (2012) divulgaram valores para PNDR de 17,51 e 16,69% para o farelo de nabo e a torta de nabo respectivamente. A digestibilidade intestinal da PNDR relatada foi de 30,38 e 38,94%, respectivamente para o farelo e a torta de nabo, a degradabilidade ruminal *in situ* da MS constatada neste estudo foi de 90,69 e 72,83% para o farelo e a torta de nabo.

Avaliando a viabilidade econômica da substituição da PB do farelo de algodão por torta de nabo forrageiro nos teores de 0, 25, 50 e 75% nas rações fornecidas a novilhas  $\frac{1}{2}$  sangue Limousin +  $\frac{1}{2}$  sangue Nelore em confinamento, Barbero et al. (2013) relataram que a rentabilidade e lucratividade do sistema se apresentaram de forma quadrática, com ponto de máxima estimado por equação de regressão em 29,15% de substituição, onde maiores inclusões de torta de nabo prejudicaram o desempenho animal e conseqüentemente a viabilidade econômica.

Portanto, de posse destas informações é possível afirmar que o co-derivado de nabo forrageiro apresenta potencial para ser utilizado em rações para ruminantes como

fonte alternativa de proteína. Desta forma, sendo considerado por vários autores, como uma ótima fonte proteica, podendo contribuir para melhor aproveitamento da forragem consumida pelos animais.

## 2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R.; CARMO, C. A.; EDUARDO, J. L. P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. suplemento especial, p. 260-268, 2008.

ABIEC – **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes**. [2013]. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=8> Acesso em: 29/07/2014.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL-AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford, UK: CAB International. 1993, 119p.

BARBERO, R. P.; SILVA, L. D. F.; MASSARO JUNIOR, F. L.; FORTALEZA, A. P. S.; CASTRO, V. S.; ALVES, K. R.; FREITAS JUNIOR, J. G. 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: ZOOTEC 2007, Londrina. **Anais...** Londrina. 2007.

BARBERO, R. P.; FORTALEZA, A. P. S.; MASSARO JUNIOR, F. L.; JUNIOR, F. L.; BARBOSA, M. A. A. F.; SILVA, L. D. F. Suplementação de novilhas mestiças a pasto com torta de nabo forrageiro em comparação a diferentes fontes protéicas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA. [2008]. (CD-ROM)

BARBERO, R. P.; FORTALEZA, A. P. S.; SILVA, L. D. F.; BARBOSA, M. A. A. F.; RIBEIRO, E. L. A. Viabilidade econômica da inclusão de torta de nabo forrageiro na ração de novilhas de corte confinadas. **Informações Econômicas, S.P.**, v. 43, n. 3, p. 14-22, 2013.

BARROS, G. S. C.; SILVA, A. P.; PONCHIO, L. A. ALVES, L. R. A.; OSAKI, M.; CENAMO, M. Custos de produção de biodiesel no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 15, n. 3, p.36-50, 2006. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/MENU\\_LATERAL/AGRICULTURA\\_PECUARIA/ESTUDOS\\_PUBLICACOES/POLITICA\\_AGRICOLA/POLITICA\\_AGRICOLA\\_PRINCIPAL/POL\\_AGR\\_03-2006\\_2.PDF](http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/MENU_LATERAL/AGRICULTURA_PECUARIA/ESTUDOS_PUBLICACOES/POLITICA_AGRICOLA/POLITICA_AGRICOLA_PRINCIPAL/POL_AGR_03-2006_2.PDF)>. Acesso em: 18/03/2011.

BELL, J.M. Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. **Canadian Journal of Animal Science**. v. 73 p. 679-697. 1993.

BERAN, F. H. B. **Degradabilidade “in situ” e digestibilidade intestinal *in vitro* de alguns alimentos concentrados para bovinos**. 2004. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

BERAN, F. H. B.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A. CASTRO, V. S.; CORREA, R. A.; KAGUEIAMA, E. O.; ROCHA, M. A. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 3, p. 405-418, 2005.

BERAN, F. H. B.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; EZEQUIEL, J. M. B.; CORREA, R. A.; CASTRO, V. S.; FERNANDES da SILVA, K. C. Avaliação da

digestibilidade de nutrientes, em bovinos, de alguns alimentos concentrados pela técnica de três estágios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 130-137, 2007.

BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; GARCIA, A.V. Considerações sobre os principais indicadores utilizados em estudos de nutrição com ruminantes. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**. UNIPAR, 8(2): p. 205-211, 2005.

BOMFIM, 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 & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.3, n.4, p.15-26, dez. 2009.

BRASIL. Art. 1º. Ficam estabelecidos os seguintes percentuais de adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, medidos em volume, em qualquer parte do território nacional. **Medida Provisória Nº 647, de 28 de Maio de 2014**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2014/Mpv/mpv647.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Mpv/mpv647.htm) Acesso em: 2/08/2014

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; MALAFAIA, P. A. M.; LANA, R. P.; COELHO da SILVA, J. F.; VIEIRA, R. A. M.; PEREIRA, E. S. Estimação da digestibilidade intestinal da proteína de alimentos por intermédio da técnica de três estágios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 546-552, 2001.

CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná**. Londrina: Iapar, 1990. 37p. (Boletim Técnico, 35).

CALEGARI, A. Espécies para cobertura do solo. In: DAROLT, M.R. (Coord.). **Plantio direto**: pequena propriedade sustentável. Londrina: Iapar, 1998. p. 65-94. (Circular, 101).

CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. A three-step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 5, p. 1459-1465, 1995.

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**. 2008. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) –Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Produção Vegetal. Nabo - adubo verde, forragem e bioenergia**. Disponível em: [http://www.cati.sp.gov.br/periodoeleitoral2014/acer-tec2.php?ID=18&cod\\_tp=11](http://www.cati.sp.gov.br/periodoeleitoral2014/acer-tec2.php?ID=18&cod_tp=11). Acesso em: 2/08/2014.

CHIZZOTTI, M. L.; PEREIRA, L. G. R.; MARTINS CHIZZOTTI, F. H.; LADEIRA, M. M.; MACHADO NETO, O. R. **Uso da nutrição para redução na geração de metano: Eficiência no uso da energia para ruminantes x meio ambiente**. 2012. Disponível em: <<http://api.ning.com/files/NcPly553zut8WxTEX13V5PzxMnFLT4K5RDbUVja208sqraETsZX-msDYGOmHVIBPgGCaxIbfkZAURSEdYOyRiog2NQNLHP3/Usodanutrioparareduzirmetano.pdf>> Acesso em: 29/07/2014.

COCHRAN, R. C.; ADAMS, D. C.; WALLACE, J. D.; GALYEAN, M. L. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal Animal Science**, V. 63(5):1476-1483, 1986.

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

COMPANHIA NACIONAL de ABASTECIMENTO – CONAB, (2013). Disponível em: <[www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2)> Acesso em: 12/0/2014.

COUTO, G. S.; SILVA FILHO, J. C.; CORRÊA, A. D.; SILVA, E. A.; PARDO, R. M. P.; ESTEVES, C. Digestibilidade intestinal *in vitro* da proteína de coprodutos da indústria do biodiesel. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 5, p. 1216-1222, 2012.

CRUSCIOL, C.A.C.; COTTICA, R.L.; LIMA, E. de V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.40, n.2, p.161-168. 2005.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. 2.ed. Londrina: IAPAR, 1992. p. 1-78 (IAPAR. Circular, 73).

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VALADARES FILHO, S. C.; EUCLYDES, R. F.; LANA, R. P.; QUEIROZ, D. S. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.

DOMINGUES, A. R.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, L. A.; CASTRO, V. S.; BARBOSA, M. A. A.; MORI, R. M.; VIEIRA, M. T. L.; OLIVEIRA da SILVA, J. A. Consumo, parâmetros ruminais e concentração de uréia plasmática em novilhos com diferentes níveis de torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1061-1072, 2010.

EVANGELISTA, A. R.; LOPES, J.; ABREU, J. G.; CASTRO NETO, P. Avaliação da composição química de tortas de amendoim e mamona obtidos por extração com etanol. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 2., 2007, Brasília. **Anais...**Brasília: ABIPTI, 2007. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/producao/7.pdf>>. Acesso em: 20/03/2011.

FERRARI, R.A.; ARCE, M.A.B.R.; RIBEIRO, F.L.F. Biodiesel de óleo de *Raphanus sativus* L.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2. 2005, Varginha. **Anais...**Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. Disponível em: <[http://oleo.ufla.br/anais\\_02/artigos/t109.pdf](http://oleo.ufla.br/anais_02/artigos/t109.pdf)>. Acesso em: 21/07/2014.

FERREIRA, H. S.; ALVES, J. M.; QUEIROZ FILHO, L. P. Efeito do espaçamento na produtividade do nabo forrageiro. CONGRESSO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO CÂMPUS RIO VERDE DO IFGOIANO, 1. 2012, Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: IFGoiano, 2012.

FORTALEZA, A. P. S. **Fracionamento *in vitro* de carboidratos e proteínas e cinética da degradação *in situ* de alguns alimentos concentrados**. 2007. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2007.

FORTALEZA, A. P. S.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A.; BARBERO, R. P.; MASSARO JUNIOR, F. L.; SANTOS, A. X.; CASTRO, V. S.; CASTRO, F. A. B. de. Degradabilidade ruminal *in situ* dos componentes nutritivos de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.2, p. 481-496, 2009.

FREITAS, D.; BERCHIELLI, T. T.; SILVEIRA, R. N.; SOARES, J. P. G.; FERNANDES, J. J. R.; PIRES, A. V. Produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca e matéria orgânica estimados por meio de indicadores. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1521-1530, 2002.

FURTADO, R. N.; CARNEIRO, M. S. S.; CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, F. H. T.; PEREIRA, E. S.; POMPEU, R. C. F. F.; SOMBRA, W. A. Valor nutritivo de dietas contendo

torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação para ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 1, p. 155-162, 2012.

GOES, R. H. T. B.; VALADARES FILHO, A. B. M. S.; LANA, R. P. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplemento para novilhos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 167 - 173, 2004.

GRAINGER, C. **GIA Methane: increasing fat can reduce methane emissions**. [2008]. Disponível em: <<http://www.greenhouse.unimelb.edu.au/newsletters/GIANewsNo10Mar08.pdf>> Acesso em: 19/03/2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CENSOAGRO-2006**. [2006]. Disponível em : <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuariaio.pdf>> Acesso em: 17/03/2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Metadados-2014**. [2014]. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1092&z=t&o=24&i=P> Acesso em: 27/07/2014.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R. Glicerina Bruta na Dieta de Cordeiros Terminados em Confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n.9, p. 1012-1020, set. 2010.

LANA, R. P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. Viçosa. UFV. 2005. 344 p.

LANÇANOVA, J. A. C. **Uso de tortas residuais do biodiesel na alimentação animal**. [2008]. Disponível em : <<http://www.iapar.br/arquivos/File/biodiesel/seminario270508/tortasalimentacao.pdf>> Acesso em: 26/07/2014.

LIPPKE, H.; ELLIS, W. C; JACOBS, B. F. recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diets. **Journal of Dairy Science**, v.69, p. 403-412, 1986.

MASCARENHAS, M.H.T.; LARA, J.F.R.; KARAM, D.; ARAÚJO, S.G.A.; FERREIRA, P.C.; FREIRE, F.M.; VIANA, M.C.V.; PEDROSA, M.W. Nabo Forrageiro: seletividade de herbicidas para produção de Agroenergia. In: **XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**, Ribeirão Preto – SP, 2010.

MAKKAR, H. P. S; ADERIBIGBE, A. O; BECKER, K. [1997]. **Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors**. Disponível em : <[https://jatropha.uni-hohenheim.de/uploads/media/Comparative evaluation of no-toxic and toxic varieties of jatropha 01.pdf](https://jatropha.uni-hohenheim.de/uploads/media/Comparative_evaluation_of_no-toxic_and_toxic_varieties_of_jatropha_01.pdf)> Acesso em: 05/09/2013.

MARIO RIOS. [2008]. **Nabo forrageiro é opção para reforma de canaviais**. Disponível em: <<http://www.jornalcana.com.br/pdf/178/proddadnot.pdf>> Acesso em: 01/03/2011.

MENDES, A. R. **Fontes energéticas associadas ao farelo de girassol em dietas para bovinos em confinamento**. 2003, 103f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal - SP, 2003.

MENDONÇA, S.; LAVIOLA, B. G. Uso potencial e toxidez da torta de pinhão-manso. **Comunicado Técnico**. ISSN 2177-4447, 2009. Disponível em <[www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bistream/doc/737002/1/cot011.pdf](http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bistream/doc/737002/1/cot011.pdf)> Acesso em 25/09/2013.

MELLO, D. F.; FRANZOLIN, R.; FERNANDES, L. B.; FRANCO, A. V. M.; ALVES, T. C. Avaliação do resíduo de nabo forrageiro extraído da produção de biodiesel como suplemento para bovinos de corte em pastagens. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.**, v.9, n.1, p. 45-56. 2008

MORRISON, F. B. **Alimentos e alimentação dos animais.** 2.ed. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1966. 829 p.

MUSTEFAGA, P. S.; NOGUEIRA, A. A. [2010]. **Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEEs) da Pecuária Brasileira e Expectativas para COP 16.** Disponível em: <<http://www.canaldoprodutor.com.br/comunicacao/artigos/emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-gees-da-pecuaria-brasileira-e-expectativas-pa>> Acesso em: 18/03/2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Ruminant nitrogen usage.** Washington National Academy Press. p.138, 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 6.rev.ed. (update 1989) National Academy Press, Washington, DC. 157p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7.rev.ed. (update 2001) National Academy Press, Washington, DC. 363p. CD-ROM.

NEIVA JUNIOR, A. P.; VAN CLEEF, E. H. C. B.; PARDO, R. M. P.; SILVA FILHO, J. C.; CASTRO NETO, P.; FRAGA, A. C. Subprodutos agroindustriais do biodiesel na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 2., 2007, Brasília. **Anais...**Brasília: ABIPTI, 2007. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/coproduto/21.pdf>>. Acesso em: 20/03/2010.

OLIVEIRA, R. F. M.; FONTES, C. A. A.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F. Estudo da recuperação fecal do  $Cr_2O_3$  e dos indicadores internos CIA, CIDA e lignina em períodos de coleta de dois a sete dias, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.5, p.522-531, 1991.

OLIVEIRA, M. D. S.; CÁCERES, D. R. **Torta de girassol.** [2003]. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/novacati/index.php>> Acesso em: 03/06/2004.

OLIVEIRA, P. B. **Degradabilidade ruminal *in vitro* e desempenho de ovinos suplementados com pinhão manso.** 2012. 73f. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

PARANÁ. **Programa Paranaense de Bioenergia.** [2003]. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=133>> Acesso em: 01/08/2014.

PARENTE, E. J. de S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado.** [2003]. Disponível em: < <http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2008/01430.pdf> > Acesso em: 18/03/2011.

PENA, S. M.; CARVALHO, T. A.; ROCHA JUNIOR, C. M. Farelo de Canola na alimentação de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime.** Artigo 115. v. 7, nº 3. p. 1254 - 1268. Maio/Junho 2010. Disponível em: <[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/115V7N3P1254\\_1268MAI2010\\_.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/115V7N3P1254_1268MAI2010_.pdf)> Acesso em: 05/08/2014.

PIAGGIO, L. M; PRATES, E. R.; PIRES, F. F.; OSPINA, H. Avaliação das cinzas insolúveis em ácido, fibra, em detergente ácido indigestível e lignina em detergente ácido

indigestível com indicadores internos da digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.3, p.306-312, 1991.

REIS, R. A. e VALENTE, A. L. S. **Emissão de gases de efeito estufa e suas consequências na pastagem**. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/sustentabilidade/emissao-de-gases-de-efeito-estufa-e-suas-consequencias-na-pastagem/>> Acesso em: 25/01/2013.

RIBEIRO, M. F.; SUSIN, I.; RODRIGUES, G. H.; PIRES, A. V.; MENDES, C. Q.; URANO, F. S.; GERAGE, L. V. **Utilização do farelo de amendoim em concentrado inicial para cordeiros(as)**. 2005. Disponível em: <<http://sistemas.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=2556&numeroEdicao=14>> Acesso em: 20/03/2011.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 3, p. 3551-3561, 1992.

SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K. H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. In: INTERNATIONAL RAPESEED CONGRESS, 10. [1999]. Canberra. **Anais...** Canberra: Regional Institute, 1999. Disponível em: <<http://www.regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm>>. Acesso em: 27/03/2011.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, A. G. Algodão, amendoim e soja. In: NUTRIÇÃO DE BOVINOS: Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento na alimentação de bovinos. Piracicaba, **Anais...** FEALQ. Piracicaba, p. 47-72, 1995

SILVA, J. A. N.; SILVA, C. J.; SOUZA, C. M. A.; FONSECA, P. R. B. Produtividade de cultivares de nabo forrageiro em cultivo solteiro e consorciado com pinhão-manso. **Revista de Ciências Exatas e da Terra UNIGRAN**, v2, n.2, 2013.

SINDIRAÇÕES – **Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal**. [2010]. Disponível em:

<[http://www.sindiracoes.org.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=972&Itemid=86](http://www.sindiracoes.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=972&Itemid=86)> Acesso em: 20/03/2011.

SNIFFEN, C. J.; ROBINSON, P. H. **Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations**. *Journal Dairy Science*, v. 70, n. 2, p. 425-441, 1987.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. **A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability**. *Journal of Animal Science*, v. 70, n.3, p. 3562 -3577, 1992.

STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W.; MATTOS, R. Estratégias de suplementação de gordura em dietas de vacas em lactação. In: SINLEITE, 2, Lavras, **Anais...** Lavras: UFPA, p.179-198, 2001.

STORCK BIODIESEL. **O que é o Biodiesel?** Curitiba. Disponível em: <[www.storckbiodiesel.com.br](http://www.storckbiodiesel.com.br)> Acesso em: 18/03/2011.

THEISEN, G. Aspectos botânicos e relato da resistência de nabo silvestre aos herbicidas inibidores de ALS. **Documentos 239**, Embrapa. 2008. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/documentos/documento-239.pdf>>. Acesso em: 01/08/2014.

VAN CLEEF, E. H. C. B. **Glicerina bruta em dietas para bovinos da raça nelore confinados**. 2012. 129f. Tese (Doutorado em Produção Animal)-Universidade Estadual de São Paulo, Unesp, Jaboticabal.

VASCONCELOS, YURI. **Glicerina, resíduo bem-vindo do biodiesel e as pesquisas em destaque**. Revista Fapesp, Edição 196, Junho de 2012. Disponível em: <[www.biodieselbr.com/noticias/usinas/glicerina/glicerina-residuo-biodiesel-pesquisas-040712.htm](http://www.biodieselbr.com/noticias/usinas/glicerina/glicerina-residuo-biodiesel-pesquisas-040712.htm)> Acesso em 05/08/2013.

YAMAOKA, R.S.; COSTA, A.; SOUZA, R. et al. **Programa Paranaense de Biodiesel**. 2010. Disponível em: <<http://www.iapar.br/arquivos/File/bioenergia.pdf>>. Acesso em: 20/07/2014.

ZANETTI, M. A.; VAZ, A. F.; PEREIRA, E.; ABREU, R. A. M.; BRUMATTI, R. C. Diferentes fontes de proteínas para bovinos em regime de engorda em confinamento. **Anais...** Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, Juiz de Fora, MG, p. 277-279, Julho, 1997.

ZEOULA, L. M.; COELHO da SILVA, J. F.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, L. M.; RESENDE, K. T. Utilização de cinza insolúvel em ácido, óxido crômico e celulose em estudos de digestão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.1, p.73-82, 1992.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da substituição do farelo de algodão pela torta de nabo forrageiro, com base na proteína bruta, sobre os parâmetros de degradação e por diferentes técnicas de digestibilidades.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o consumo de matéria seca;
- Determinar as digestibilidades de componentes nutritivos por meio de indicadores;
- Avaliar diferentes indicadores para estimativa das digestibilidades;
- Determinar as frações e degradabilidade ruminais em diferentes taxas de passagem;
- Determinar a digestibilidade intestinal *in vitro* de componentes nutritivos.

**Consumo, pH e digestibilidades totais de componentes nutritivos de rações contendo teores de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de algodão usando indicadores**

**Consumption, pH and total digestibility of nutritional components of diets containing levels of turnip pie replacing cottonseed meal using indicators**

RESUMO – A digestibilidade é um dos parâmetros mais importantes na avaliação nutricional dos alimentos, os métodos tradicionais de coleta total de fezes, requerem estrito controle sobre a ingestão e excreção, tornando-os laboriosos, principalmente quando aplicados a bovinos. Os métodos indiretos, com uso de indicadores, externos como o óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), ou de constituintes naturais associados à parede celular com baixa digestibilidade, denominados indicadores internos, apresentam grande potencialidade, pois são obtidos de forma relativamente simples e econômica. O objetivo do presente estudo foi, avaliar o uso da torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de algodão, em quatro tratamentos, sendo 0 para ração somente com farelo de algodão, 25, 50 e 75% de substituição da proteína bruta (PB) do farelo de algodão por proteína da torta de nabo. Os parâmetros avaliados foram, consumo de matéria seca (MS), pH ruminal e digestibilidades da MS, matéria orgânica (MO), PB e fibra em detergente neutro (FDN) por meio de indicadores internos, matéria seca indigestível (MSI), fibra em detergente neutro (FDNI) e ácido (FDAI) indigestível, e  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , como indicador externo. Foram utilizados quatro bovinos, dotados de cânula ruminal, mantidos em baias individuais. Cada período experimental foi constituído por onze dias de adaptação e quatro dias para coleta de fornecido e sobras. Do 6º ao 15º dia foram incubados 20g de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , diretamente no rúmen, dividido em 2 doses diárias, as fezes foram coletadas diretamente do reto, nos 2 últimos dias com espaçamento de 2 horas. A determinação do pH do líquido ruminal, foi realizada antes da alimentação, 2; 4; 6; e 8 horas após a mesma. Os indicadores internos, foram determinados com 144 horas de incubação ruminal. O consumo de MS não diferiu entre os tratamentos, independentemente da forma de expressão, sendo: 10,29 Kg MS dia<sup>-1</sup>; 1,94 % de peso vivo (PV) ou 91,32 gr Kg<sup>-1</sup> PV<sup>0,75</sup>. O pH variou de 6,50 a 6,91, entre os tratamentos e tempos, não apresentando diferença significativa. Os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB e FDN, não apresentaram diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos, independentemente do indicador interno ou externo utilizado. Entre indicadores, menores digestibilidades para alguns componentes nutritivos, foram observadas para o  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , em comparação com a FDAI. A MSI se destacou por apresentar digestibilidades semelhantes a FDNI e FDAI. A inclusão de torta de nabo forrageiro, nos limites propostos neste estudo, pode ser considerada viável, pois não influenciou os coeficientes de digestibilidades, assim como o consumo de MS e pH ruminal.

**Palavras-chave:** matéria seca indigestível; fibra em detergente ácido indigestível; fibra em detergente neutro indigestível; óxido crômico

**ABSTRACT** – The digestibility is one of the most important parameters in the nutritional evaluation of food, the traditional methods of total collection require strict control on the intake and excretion, making them laborious, especially when applied to cattle. Indirect methods, using indicators, external as the chromic oxide ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), or natural constituents associated with cell wall with low digestibility, called internal indicators, have great potential because they are obtained from a relatively simple and economical way. The objective of this study was to evaluate the use of turnip pie replacing cottonseed meal in four treatments, with 0 to feed only with cottonseed meal, 25, 50 and 75% replacement of crude protein (CP) cottonseed meal by protein turnip pie. The parameters evaluated were, intake of dry matter (DM), ruminal pH and digestibility of DM, organic matter (OM), CP and neutral detergent fiber (NDF) by means of internal markers, indigestible dry matter (IDM), neutral detergent fiber (INDF) and acid (IADF) indigestible, and  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  as external marker. Four steers were used, endowed with rumen cannula, kept in individual stalls. Each experimental period was consisted of eleven days of adaptation and four days for the collection of provided and leftovers. From the 6th to the 15th day, 20g  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  were incubated, directly into the rumen, divided into two daily doses. Feces were collected from the rectum, on the last 2 days with a 2 hours spacing. The determination of pH rumen fluid was performed before feeding, 2; 4; 6; and 8 hours after that. The internal markers were determined with 144 hours of ruminal incubation. Dry matter intake did not differ between treatments, regardless the form of expression, being: 10.29 kg DM day<sup>-1</sup>; 1.94% of body weight (BW) or 91.32 g kg<sup>-1</sup> BW<sup>0.75</sup>. The pH ranged from 6.50 to 6.91, between treatments and times, not showing significant difference. The digestibility coefficients of DM, OM, CP and NDF did not show difference ( $P>0.05$ ) between treatments, regardless internal or external indicator used. Between indicators, smaller digestibilities for some nutritive components were observed to  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , compared to IADF. IDM stood out with digestibilities similar to INDF and IADF. The inclusion of turnip pie, in the limits proposed in this study, can be considered viable because it did not affect the digestibility coefficients, as well as the DM intake and ruminal pH.

**Key-words:** indigestible dry matter; indigestible neutral detergent fiber; indigestible acid detergent fiber; chromic oxide

## Introdução

Dentro da agroindústria brasileira, a cadeia produtiva do biodiesel pode-se tornar uma das mais promissoras, gerando coprodutos, dentre os quais as tortas e farelos resultantes do processo de prensagem, que apresentam características interessantes para serem utilizados na alimentação animal, principalmente para ruminantes. Estes coprodutos empregados comumente como suplementos proteicos, geralmente apresentam custo mais baixo que ingredientes tradicionais, porém são encontrados de forma regionalizada, e as características nutricionais de alguns resíduos ainda são escassas.

Dentre as oleaginosas utilizadas na extração de óleo para produção do biodiesel, o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) apresentou-se como uma cultura de grande interesse, sobretudo no estado do Paraná, em função da sua facilidade de produção e pelas condições de reciclagem de nutrientes no solo, reduzindo assim custos com adubação (Sluszz e Machado, 2006). Alguns estudos (BARBERO et al., 2008; MELLO et al., 2008; CASTRO et al., 2013) avaliaram a utilização da torta de nabo forrageiro no desempenho de bovinos e concluíram que este ingrediente pode substituir, parcialmente, fontes proteicas tradicionais.

A avaliação do valor nutritivo dos alimentos tem sido um desafio. A digestibilidade é um dos parâmetros mais importantes para essa avaliação, podendo ser determinada por método tradicional de coleta total de fezes, requerendo controle rigoroso da ingestão e excreção, tornando este método trabalhoso e oneroso, principalmente quando aplicados em bovinos. A busca por métodos mais simples para a determinação da digestibilidade levou a idealização de métodos nomeados de indiretos, os quais utilizam indicadores ou marcadores (COELHO DA SILVA; LEÃO, 1979).

Estes métodos apresentam certas vantagens sobre a coleta total de fezes, podem proporcionar uma série de informações, incluindo a quantidade consumida de alimento ou nutriente específico, a taxa de passagem da digesta por todo ou parte do trato digestivo e a digestibilidade de todo o alimento ou nutrientes específicos (OLIVEIRA et al., 1991). Porém, segundo Coelho da Silva e Leão (1979), os indicadores devem cumprir alguns requisitos, tais como, serem indigeríveis e inabsorvíveis, não ter efeito farmacológico, misturar-se uniformemente com a digesta, e ser dosado analiticamente com segurança e rapidez.

Dos indicadores externos, o mais utilizado é o óxido crômico, sendo seu emprego bastante difundido para estimativa da produção fecal, principalmente pelo fato de ser menos oneroso, facilmente incorporado à dieta e analisado com relativa facilidade, entretanto, apresenta grande variação de resultados (FREITAS et al., 2002).

Constituintes naturais da dieta, associados à parede celular, os quais apresentam baixa digestibilidade têm sido utilizados como indicadores, denominados internos. Estes indicadores apresentam a vantagem de já estarem presentes no alimento, e de permanecerem distribuídos na digesta durante o processo de digestão e excreção (PIAGGIO et al., 1991). Entre os indicadores, as

fibras indigestíveis são os mais utilizados, a fibra em detergente neutro indigestível (FDNI) e a fibra em detergente ácido indigestível (FDAI) são indicadores com bom potencial de utilização para estimativa da digestibilidade, apresentando a vantagem de serem obtidos de modo simples e econômico.

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes teores de torta de nabo forrageiro, em rações utilizadas em bovinos, substituindo a proteína bruta do farelo de algodão, com base na matéria seca, sobre as estimativas das digestibilidades dos nutrientes, por meio de indicadores internos, fibra em detergente neutro indigestível (FDNI), fibra em detergente ácido indigestível (FDAI), matéria seca indigestível (MSI) e óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) como indicador externo.

### Materiais e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Escola, na Unidade de Experimentação de Ruminantes (UNER), e as análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia, vinculados ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina.

Foram utilizados quatro bovinos mestiços da raça Girolando, machos castrados, adultos, tendo  $480,3 \pm 27,8$  kg de peso, dotados de cânula permanente no rúmen, Os animais passaram por uma aplicação de Ivermectina injetável e Flumetrina Pour-on para combater endo e ectoparasitas antes de iniciar a fase experimental, sendo mantidos em baias individuais, cobertas e tendo o piso em concreto, com cochos e bebedouros também individuais.

Os tratamentos foram constituídos de rações completas, com mistura mineral, à base de silagem de sorgo como volumoso, em uma relação volumoso:concentrado de 47:53, com 0; 25; 50 e 75% de substituição da PB do farelo de algodão pela PB da torta de nabo forrageiro (Tabela 1). As rações fornecidas aos animais, neste experimento foram formuladas pelo Sistema Viçosa de Formulação de Rações.

**Tabela 1** – Composição químico-bromatológica das rações experimentais com base na matéria seca (MS) em %.

	Proteína bruta da torta de nabo forrageiro em %			
	0	25	50	75
Ingredientes na ração com base na MS em %				
Silagem de sorgo	47,00	47,00	47,00	47,00
Milho triturado	42,93	43,18	42,75	41,35
Farelo de algodão	8,57	6,36	4,55	2,68
Torta de nabo forrageiro	-	1,96	4,20	7,47
Suplemento Mineral	1,00	1,00	1,00	1,00
Bicarbonato de sódio	0,50	0,50	0,50	0,50
Composição nutricional com base na MS em %				
Matéria seca - % na Matéria Natural	39,86	39,87	39,88	39,92

Matéria orgânica	93,98	93,96	93,91	93,92
Proteína bruta	10,74	10,74	10,92	11,42
Extrato etéreo	4,26	4,49	4,74	5,08
Fibra em detergente neutro	44,31	43,69	43,28	43,00
Fibra em detergente ácido	28,46	28,02	27,72	27,51
Matéria seca indigestível	18,45	18,71	18,72	18,03
Fibra em detergente neutro indigestível	16,02	16,16	16,23	15,55
Fibra em detergente ácido indigestível	10,40	10,79	10,59	9,99

**Fonte:** Elaboração dos autores

O ensaio foi composto por quatro períodos experimentais, com 15 dias de duração cada um, com fornecimento da ração às 7h00 e 16h00, de forma que houvesse sobra diária de aproximadamente 10% da ração fornecida. A pesagem dos animais foi realizada antes do início do experimento e posteriormente, sempre no 16º dia, após jejum de sólidos de 14 horas em cada período, para a realização do cálculo de consumo em relação ao peso vivo e peso metabólico.

Em cada período experimental os animais foram submetidos a um período de 11 dias de adaptação, o 12º, 13º, 14º e 15º dias de cada período foram destinados a coletas de amostras das sobras e das rações fornecidas, que após serem pesadas foram colocadas em estufas com ventilação forçada de ar à temperatura de  $55 \pm 5^\circ\text{C}$  por 72 horas.

Nos 14º e 15º dias, foram feitas coletas de fezes diretamente do reto, de quatro em quatro horas, ou seja, seis coletas por dia, adiantando-se duas horas de um dia para o outro, de modo que ao final do 15º dia, houvessem sido coletadas 12 amostras de fezes, para cada animal, cobrindo uma extensão de 24 horas e com intervalos de duas horas. Essas amostras, após pesagem, também foram colocadas em estufas de ventilação forçada de ar a temperatura  $55 \pm 5^\circ\text{C}$  por 72 horas.

O óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) foi administrado em pacotes confeccionados em papel tipo guardanapo, amarradas com fio de algodão, contendo 10g do indicador, sendo introduzidos no rúmen através da cânula ruminal, duas vezes ao dia, sempre após o fornecimento da ração, totalizando 20 g/animal/dia, durante 10 dias consecutivos, tendo início no 6º dia de cada período, até o 15º.

Após secagem em estufa, as amostras das dietas fornecidas, sobras e fezes foram novamente pesadas e compostas de modo a formar uma única amostra por animal, para cada período, para sobras, dietas fornecidas e fezes. Estas amostras foram moídas em moinho tipo martelo, com peneiras de 2 mm, e passaram por incubação ruminal de 144 horas para determinação da MSI, FDNI e FDAI. Posteriormente, todas as amostras, inclusive as indigeríveis, foram trituradas em moinho com peneiras de 1 mm para determinação da MS, MO, PB, FDN e FDA conforme metodologias citadas por Mizubuti et al. (2009). A determinação da concentração do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  nas amostras de fezes foi obtida por espectrofotometria de absorção atômica, realizada na empresa Laborsolo, Londrina.

Para estimar a digestibilidade aparente dos mesmos componentes nutritivos, com uso de indicadores internos (MSI, FDNI e FDAI), e externo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), foram usadas as seguintes equações citadas por Coelho da Silva e Leão, (1979):

$$\text{Coef. Dig. MS} = 100 - 100 \frac{(\% \text{ de indicador MS alimento})}{(\% \text{ de indicador MS fezes})}$$

$$\text{Coef. Dig. Nutriente} = 100 - 100 \frac{(\% \text{ de indicador MS alimento}) \times (\% \text{ Nutriente fezes})}{(\% \text{ de indicador MS fezes}) \times (\% \text{ Nutriente alimento})}$$

No 15º dia de cada período, também foram colhidos aproximadamente 50 mL de líquido ruminal, via cânula, de cada animal, com intervalo de duas horas entre cada colheita. Os horários de colheita obedeceram ao fornecimento da ração, sendo considerado o tempo zero, correspondente à coleta antecedente a alimentação dos animais pela manhã e 2, 4, 6 e 8 horas após o fornecimento da ração. O pH do fluido ruminal foi determinado imediatamente, após a filtração do líquido em tecido de algodão, com o uso de um potenciômetro digital.

O delineamento experimental adotado foi um quadrado latino 4 x 4, com quatro períodos, quatro animais e quatro tratamentos, para análise dos dados referentes ao consumo, pH ruminal, e coeficientes de digestibilidades dos componentes nutritivos entre tratamentos comparados por cada indicador. Quando comparou-se a digestibilidade dos componentes nutritivos entre os indicadores dentro de cada tratamento, utilizou-se delineamento em blocos (períodos) inteiramente ao acaso. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste Tukey por meio do procedimento GLM do Statistical Analysis System – SAS (2003) a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

A inclusão de torta de nabo forrageiro não influenciou o consumo de matéria seca, independente da forma de expressão, em kg de MS por dia, % de PV ou em relação ao peso metabólico  $\text{g kg}^{-1} \text{PV}^{0,75}$  (Tabela 2). Estes resultados foram diferentes dos relatados por alguns autores, tais como, Ribeiro et al. (2007), Barbero et al. (2008), Castro et al. (2013), que observaram efeitos depressores sobre o consumo de MS quando da inclusão de torta de nabo forrageiro.

**Tabela 2** - Consumo de matéria seca em kg por dia ( $\text{kg MS dia}^{-1}$ ), consumo em porcentagem do peso vivo (% de PV), consumo em gramas de matéria seca por kg de peso metabólico ( $\text{g kg}^{-1} \text{PV}^{0,75}$ ).

CONSUMO	Teores de substituição da PB do farelo de algodão por torta de nabo em %				Média	CV (%)
	0	25	50	75		
$\text{kg MS dia}^{-1}$	10,72	10,30	10,17	9,98	10,29	10,79
% de PV	2,03	1,93	1,92	1,91	1,94	10,08
$\text{g kg}^{-1} \text{PV}^{0,75}$	89,72	92,55	91,84	91,17	91,32	12,55

CV: Coeficiente de variação

Fonte: Elaboração dos autores

Ítavo et al. (2002a), estudando o consumo de matéria seca (CMS) em novilhos da raça Nelore, alimentados com quatro níveis de concentrado (20; 40; 60; e 80%) com base na matéria seca da ração, utilizando-se feno de “capim-Tifton 85” como volumoso, relataram valores médios de 2,93 %PV e 115,59 g kg<sup>-1</sup> PV<sup>0,75</sup>, na fase de recria com peso vivo final de 360 kg, valores superiores foram encontrados neste estudo.

Já para a fase de terminação com peso vivo final de 450 kg, Ítavo et al. (2002a), relataram consumo médio de 2,07 %PV e 90,19 g kg<sup>-1</sup> PV<sup>0,75</sup>, valores próximos foram encontrados neste estudo, 1,94 %PV e 91,32 g kg<sup>-1</sup> PV<sup>0,75</sup>, e sugerem que animais na fase de crescimento apresentam maior capacidade de CMS em % de PV e em g kg<sup>-1</sup> de PV<sup>0,75</sup> do que animais em fase de terminação, o que corrobora com os dados observados neste estudo, já que os animais utilizados estavam com peso vivo médio de 480,3 kg, semelhantes aos relatados pelo mesmos autores na fase de terminação.

Castro et al. (2013), ao estudarem o comportamento ingestivo de bovinos com peso vivo médio de 610 kg, alimentados com rações contendo diferentes teores de torta de nabo forrageiro (0; 25; 50; 75 e 100%) em substituição a proteína bruta do farelo de soja, e silagem de cana de açúcar como volumoso em uma relação volumoso:concentrado 85,5:14,5 declararam que a ingestão de MS apresentou-se de forma quadrática, com pontos de máximo em 26,97 e 27,07 % de substituição, para consumo de 1,58 %PV e 72,75 g kg<sup>-1</sup> de PV<sup>0,75</sup>, respectivamente, sendo o menor consumo para o tratamento com 100 % de substituição.

De acordo com os mesmos autores, é possível afirmar que a utilização da torta de nabo forrageiro em dietas para bovinos é limitada, e deve ser empregada em suplementos para baixo consumo, destinados a animais mantidos em sistemas a pasto ou até mesmo como regulador de consumo de suplementos altamente palatáveis.

Para a ração tendo somente farelo de algodão como fonte proteica, os dados encontrados neste estudo, foram inferiores aos observados por Domingues et al. (2010), de 12,38 kg para CMS, 2,75 %PV e 125,80 g kg<sup>-1</sup> PV<sup>0,75</sup>, em animais alimentados com 60% de concentrado e 40% de silagem de cana, assim como Seixas et al. (1999), 2,63 %PV, 136,19 g kg<sup>-1</sup> PV<sup>0,75</sup>, em uma relação volumoso:concentrado 63:37, com consumo de MS relatado de 9,42 kg, mais próximo do encontrado neste estudo. Porém em ambos estudos os animais utilizados apresentavam menores pesos vivo médios, 380 kg no primeiro e 300 kg no segundo experimento citado.

Dados reportados por Barbero et al. (2013), trabalhando com novilhas 1/2 Limousin + 1/2 Nelore com peso vivo inicial médio de 247,67 kg, em confinamento, avaliando a substituição do farelo de algodão pela torta de nabo forrageiro, com base na proteína bruta, tendo como volumoso silagem de sorgo, em uma relação volumoso: concentrado de 47:53, relataram efeito linear negativo sobre o consumo de MS em % PV, em função dos teores de substituição, 0; 25; 50 e 75 %.

Ferrari et al. (2005), constataram que as sementes de nabo forrageiro apresentavam 87,36 % de ácidos graxos insaturados. Segundo Staples (2001), valores para a gordura total acima de 7% na dieta, podem diminuir a digestibilidade da fibra e conseqüentemente a ingestão de MS. Tal fato pode

ser devido, a inibição do crescimento de bactérias que degradam celulose, podendo ser causado pela alteração da permeabilidade da membrana celular da bactéria, reduzindo sua capacidade em regular o pH intracelular, ou a formação de uma capa de gordura, cobrindo a fibra e dificultando a ação das bactérias.

O sabor amargo de alimentos provenientes do nabo forrageiro, mencionado por Duengelhof (2010) citado por Fortaleza (2011), e por Francisco et al. (2009), para espécie “Brassica Rapa” que pode ser comparada a “Brassica Napus” pela presença de glicosinatos, foram mencionados por alguns autores, Fortaleza (2011) e Castro et al. (2013), para explicar o declínio da ingestão de MS.

Neste estudo, não houve redução da ingestão de MS entre os tratamentos, o que pode ser explicado, pelo fato de que a maior ingestão de torta de nabo, aproximadamente 750 g, ocorrida no tratamento com 75 % de substituição, não apresentava quantidades suficientes de fatores antinutricionais, para causar rejeição em animais com peso corpóreo em torno de 480 kg, pois podem ter sido retirados juntamente com o óleo durante a prensagem.

Na Tabela 3, pode-se observar, que a substituição do farelo de algodão pela torta de nabo forrageiro não provocou efeito entre os tratamentos sobre os valores de pH, nem segundo os tempos de colheita.

**Tabela 3** – pH do líquido ruminal de bovinos alimentados com diferentes teores de substituição do farelo de algodão por torta de nabo forrageiro com base na proteína bruta em função do tempo após alimentação.

Horas	Proteína bruta da torta de nabo forrageiro em %			
	0	25	50	75
0	6,86	6,91	6,74	6,82
2	6,75	6,62	6,50	6,75
4	6,66	6,59	6,61	6,86
6	6,59	6,68	6,69	6,74
8	6,57	6,88	6,68	6,80
CV (%)	2,30			

CV: Coeficiente de variação

**Fonte:** Elaboração dos autores

Independentemente do teor da torta de nabo forrageiro utilizado, nesta avaliação, o pH do líquido ruminal, em função dos tempos de coletas analisados, apresentou-se dentro da faixa de 6,50 a 7,00, com média geral de 6,71, o que, segundo preconizado por Coelho da Silva e Leão (1979) pode ser considerado ideal, porque com o pH a 6,50 ocorre máxima atividade dos microrganismos ruminais.

Segundo Orskov (1988) e Hoover (1986), em situações onde o pH se encontre abaixo de 6,20, a digestão da fibra é prejudicada, devido a sensibilidade das bactérias fibrolíticas, e o ponto ótimo de digestão das fibras ocorre com pH variando de 6,70 a 7,10.

Cardoso et al. (2000), avaliando o efeito do nível de concentrado (25,0; 37,5; 50,0; 62,5; e 75,0%) na dieta de novilhas ½ Limousin + ½ Nelore, sobre os parâmetros de pH, relataram valores

entre 5,76 a 6,83, com valor mínimo estimado de 5,94 para uma ração com volumoso:concentrado, 50:50 às 7,46 horas após alimentação.

Em estudo para avaliar a eficiência de síntese microbiana e parâmetros ruminais, em bovinos, alimentados com rações á base de feno de capim-Tifton e diferentes níveis de concentrado, Ítavo et al. (2002b), relataram valor mínimo para o pH de, 6,22 estimado com 43,86% de concentrado e 10,72 horas após alimentação. O valor médio encontrado neste estudo, foi superior aos trabalhos citados acima.

Castro et al. (2013), relataram valores médios de pH variando de 6,56 a 6,78, em bovinos, alimentados com rações contendo diferentes níveis de torta de nabo forrageiro (0; 25; 50; 75 e 100%) em substituição ao farelo de soja, e silagem de cana de açúcar. Os valores encontrados neste estudo são semelhantes ao do referido estudo, assim como aos de Fortaleza et al. (2013), que observaram valor médio de 6,93 para o pH, em estudos de fermentação *in vitro* de rações onde a torta de nabo substituiu o farelo de algodão com base na proteína.

Os teores médios em porcentagem na MS de indicadores internos, 10,44% para FDAI e 15,99% para FDNI (Tabela 1), encontrados neste estudo, estão próximos aos relatados por Zeoula et al. (2002), que encontraram 8,69% para FDAI e 14,02% para FDNI, em rações com porcentagem de volumoso variando de 50 a 55%.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro, não apresentaram diferença entre os tratamentos, independente do indicador interno ou externo utilizado para esta comparação (Tabela 4).

**Tabela 4** – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB) e fibra em detergente neutro (CDFDN) por meio de alguns indicadores entre tratamentos em %.

Ind	CD	Proteína bruta da torta de nabo forrageiro em %				CV (%)	ER
		0	25	50	75		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CDMS	50,83	41,87	43,18	48,16	10,89	Ŷ = 46,01
	CDMO	52,47	45,12	45,50	50,86	8,07	Ŷ = 48,49
	CDPB	39,82	40,87	42,79	37,27	21,79	Ŷ = 38,46
	CDFDN	45,65	48,88	43,06	43,50	11,07	Ŷ = 45,28
MSI	CDMS	54,54	50,10	43,77	53,04	12,76	Ŷ = 50,36
	CDMO	56,91	52,43	46,57	55,78	12,03	Ŷ = 52,92
	CDPB	42,87	38,79	34,37	41,86	18,50	Ŷ = 40,11
	CDFDN	47,12	50,88	45,95	48,52	11,47	Ŷ = 48,12
FDNI	CDMS	52,35	49,59	46,20	53,24	10,78	Ŷ = 50,34
	CDMO	54,92	51,94	48,89	56,18	10,11	Ŷ = 52,98
	CDPB	40,40	39,36	35,56	43,04	19,59	Ŷ = 40,17
	CDFDN	48,38	50,47	48,54	49,20	9,69	Ŷ = 49,33
FDAI	CDMS	55,31	51,37	50,85	55,87	12,07	Ŷ = 53,27
	CDMO	57,46	53,52	53,35	58,24	11,00	Ŷ = 55,57
	CDPB	43,84	39,99	38,87	45,47	24,06	Ŷ = 41,59
	CDFDN	50,86	52,08	49,81	51,67	11,93	Ŷ = 51,28

Ind- indicador; CD- coeficiente de digestibilidade; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- óxido crômico; MSI- matéria seca indigestível; FDNI- fibra em detergente neutro indigestível; FDAI- fibra em detergente ácido indigestível; CV- Coeficiente de variação; ER- equação de regressão

**Fonte:** Elaboração dos autores

Alguns fatores podem influenciar a digestibilidade *in vivo*, tais como os citados por Cochram et al. (1986), efeitos associativos entre os ingredientes da dieta, nível de ingestão, taxa de passagem, além da interação desses fatores, podem dificultar a replicação dessas condições em técnicas *in vitro*.

Sendo a ingestão de alimentos, uma das variáveis mais relevantes, que afetam a digestibilidade, Coelho da Silva e Leão (1979) e Lana (2005), discorrem sobre alguns fatores que interferem no consumo, como estado fisiológico, gestação ou lactação, genética, raças maiores ou mais produtivas consomem mais, idade, animais mais novos consomem em torno de 3% do peso vivo em MS, reduzindo-se para 2% com o avançar da idade. Ainda citam o clima, em baixas temperaturas ocorre maior consumo, qualidade dos alimentos, forragens em estagio avançado de maturidade incorrem em decréscimo no teor de proteína e aumento nos teores de celulose e lignina resultando em menores consumos e digestibilidades.

As rações empregadas continham somente silagem de sorgo como volumoso e a mesma relação volumoso:concentrado foi empregada em todos os tratamentos. A única fonte de variação entre os tratamentos, ocorreu na formulação da ração concentrada, diferentes teores de substituição do farelo de algodão por torta de nabo forrageiro, e não foi suficiente para que houvessem efeitos significativos para a ingestão de MS e digestibilidades aparentes dos nutrientes.

Barbero et al. (2007), estudando teores de substituição, 0; 25; 50; 75 e 100%, do farelo de soja por torta de nabo forrageiro, em dietas com 85,5% de volumoso, utilizando bovinos ½ sangue Simental-Zebu, não encontraram diferença entre os tratamentos, para a DMS, avaliada por meio da FDAI, tendo média de 62,31%. Para a digestibilidade da MO os dados reportados variaram de 63,25 a 66,76%, porém, a ração com 0% apresentou menor digestibilidade para a PB, 71,01%, contra 73,24%, médias das rações que continham torta de nabo, e concluíram que a torta de nabo forrageiro pode ser utilizada em até 75%.

Fortaleza (2011) estudando os mesmos teores de substituição do farelo de algodão por torta de nabo em novilhas ½ Limousin + ½ Zebu, relatou CDMS variando de 47,34 a 65,50%, CDMO variando de 49,27 a 68,27%, CDPB variando de 37,67 a 53,02% e CDFDN de 35,60 a 50,40%.

Tanto Berchielli et al. (2000), trabalhando com bovinos, como Zeoula et al. (2002), trabalhando com ovinos, relataram que a FDAI e FDNI, com 144h de incubação, são indicadores internos promissores e adequados para se determinar as digestibilidades da MS, MO, PB e FDN, não apresentando diferença entre eles e os coeficientes de digestibilidades estimados pela coleta total de fezes.

No entanto, estudos com indicadores ou marcadores, principalmente internos, para a estimativa da digestibilidade de forma indireta, apresentam grande variabilidade dos resultados, que

segundo Lippke et al. (1986), pode ser atribuída a falta de padronização nos métodos de determinação. Piaggio et al. (1991), também aponta que as variações existentes na recuperação de indicadores indigestíveis pela incubação ruminal, podem estar associadas às perdas de partículas ocorridas pelos poros dos sacos de náilon.

Em trabalho realizado com novilhos mestiços da raça Nelore, com dietas contendo 20% de volumoso e 80% de concentrado, variando-se as fontes de proteína degradável no rúmen, Oliveira Junior et al. (2004), relataram que, mesmo incubada por 144 horas *in vitro*, a FDNI não representou a fração indigestível, em teores adequados, devido á alta proporção de concentrado na dieta, com CDMS variando de 53,90 a 55,80%, CDMO 58,6 a 60,7% CDPB de 68,00 a 69,30% e CDFDN variando de 58,90 a 61,10%, sendo o indicador que apresentou os menores resultados.

Mendes et al. (2005), declararam que a FDNI obtida *in vitro*, foi o indicador mais adequado para estimar as digestibilidades totais e parciais, quando comparado com a FDAI e lignina, em estudo com dietas contendo 60% de volumoso. Os coeficientes de digestibilidade médios relatados pelos autores foram, 59,52% para CDMS, 61,43% para CDMO, 54,65% para CDPB e 44,93% para CDFDN. Os valores encontrados neste estudo foram inferiores para CDMS, CDMO e CDPB e superior para CDFDN. Gomes et al. (2007), relataram 48,00% para o CDMS obtido com FDNI, utilizando-se bovinos e bubalinos recebendo silagem de cana, em uma relação volumoso:concentrado de 60:40%.

Tendo em vista que os processos digestivos removem quase a totalidade dos compostos solúveis e dos insolúveis potencialmente digestíveis, Detmann et al. (2001) propuseram que a MSI, incubada por períodos de tempo semelhantes para a determinação da fibra indigestível, pode ser um indicador interno representativo e preciso na determinação da digestibilidade, além de ser facilmente processada, com vantagens econômicas, por não necessitar de reagentes em sua determinação.

Tal afirmação pode ser comprovada neste estudo, onde a MSI se comportou de maneira semelhante, não havendo diferença ( $P>0,05$ ), quando comparada, dentro de tratamentos, aos outros indicadores internos, FDAI e FDNI, (Tabela 5).

**Tabela 5** – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB) e fibra em detergente neutro (CDFDN) entre indicadores dentro de tratamentos em %.

		CDMS	CDMO	CDPB	CDFDN
TRAT 0	FDAI	55,31	57,46	43,81	47,66
	FDNI	52,35	54,92	40,40	45,04
	MSI	54,54	56,91	42,87	47,12
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	50,83	52,47	39,81	44,25
	CV (%)	6,12	6,43	9,62	7,85
TRAT 25	FDAI	51,37	53,52	39,99	52,08 a
	FDNI	49,58	51,93	40,34	50,47 ab
	MSI	50,10	52,43	41,27	50,89 ab

	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	41,86	45,11	37,89	44,86 b
	CV (%)	9,48	9,54	8,63	7,71
TRAT 50	FDAI	47,73	49,61	35,54	49,81
	FDNI	46,20	48,89	32,67	48,53
	MSI	43,76	46,57	29,98	45,96
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43,18	45,50	36,41	43,06
	CV (%)	11,03	8,70	13,17	11,53
TRAT 75	FDAI	55,87 a	58,24 a	45,47	51,67 a
	FDNI	53,24 ab	56,17 ab	43,04	49,20 ab
	MSI	53,04 ab	55,79 ab	41,86	48,52 ab
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	48,16 b	50,87 b	37,27	43,49 b
	CV (%)	6,05	5,62	9,13	7,11

TRAT 0- tratamento com 0% de torta de nabo forrageiro; TRAT 25- tratamento com 25% de torta de nabo; TRAT 50- tratamento com 50% de torta de nabo; TRAT 75- tratamento com 75% de torta de nabo; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- óxido crômico; MSI- matéria seca indigestível; FDNI- fibra em detergente neutro indigestível; FDAI- fibra em detergente ácido indigestível; CV-coeficiente de variação

Letras minúsculas indicam médias diferentes (P < 0,05) pelo teste *Tukey* na mesma coluna

**Fonte:** Elaboração dos Autores.

Utilizando bovinos, para estudar os efeitos da inclusão de lipídios na dieta com relação volumoso:concentrado de 45:55, sobre o consumo e digestibilidade aparente dos componentes nutritivos, Jorge et al. (2008), declararam que a MSI pode substituir a FDNI (ambas determinadas com 235 horas de incubação *in situ*) para cálculos de digestibilidade aparente (DA) da PB, amido e extrato etéreo (EE). Os CDMS obtidos neste estudo foram superiores aos relatados pelos referidos autores, 47,70 e 41,00% para rações com baixo e alto teor de lipídio, respectivamente.

Detmann et al. (2001), também observaram que a MSI e FDNI, constituíram as melhores alternativas para a determinação indireta da digestibilidade da dieta e do consumo de MS em animais em pastejo, enquanto os valores obtidos pela FDAI apresentaram comportamento variável. Trabalhando com ovinos, Detmann et al. (2007) declararam que a recuperação fecal da MSI e FDNI foi total, mostrando grande acurácia, já a FDAI não mostrou-se da mesma maneira.

Torres et al. (2009), avaliando a substituição de palma-gigante por palma-miúda em dietas para bovinos com relação volumoso:concentrado 80:20, sobre o consumo e digestibilidade, por meio da coleta total e indicadores internos, MSI, FDNI e FDAI com 144 e 288 horas de incubação, declararam que a MSI (incubada por 144 horas) e a FDNI e FDAI (incubadas por 288 horas) foram semelhantes ao método de coleta total de fezes nas estimativas de produção de matéria seca fecal e digestibilidade da MS. Gomes et al. (2007), relataram CDMS de 62% estimado pela MSI em bovinos e bubalinos alimentados com silagem de cana, em uma relação volumoso:concentrado de 60:40%.

Utilizando dados e amostras provenientes de seis ensaios independentes de digestibilidade em ovinos mantidos em gaiolas de metabolismo, Kozloski et al. (2009), avaliando a MSI e FDNI com 144 horas de incubação, observaram que, corrigindo-se as estimativas individuais para recuperação fecal do indicador, a digestibilidade da matéria orgânica, por meio da MSI e FDNI foram semelhantes aos obtidos com coleta total de fezes.

Vários problemas têm sido relatados na literatura, com relação ao uso do óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), como incompleta homogeneização na digesta ruminal, passagem mais rápida pelo rúmen que o material fibroso, talvez pelo fato do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , ter uma densidade específica maior que a do alimento, além de existir possibilidade de acúmulo em algum segmento do trato digestório, como omaso e abomaso, sendo posteriormente excretado de uma só vez, causando variações nas concentrações fecais diárias, além de incompleta recuperação (Coelho da Silva e Leão, 1979).

Zeoula et al. (1992), citando vários autores também concordaram que a concentração fecal do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , pode variar durante o dia, entre dias e entre animais, e ainda declararam que poucos pesquisadores relataram recuperação fecal próxima de 100%, sendo que a maioria das pesquisas divulgaram recuperação entre 80 e 90% do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ingerido.

Os coeficientes de digestibilidade estimados, neste estudo, por meio do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , foram menores ( $P < 0,05$ ), em alguns casos, quando comparados aos coeficientes de digestibilidade estimados por meio da FDAI. Os coeficientes de digestibilidade encontrados neste estudo por meio do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  estão relativamente inferiores aos encontrados na literatura, provavelmente devido a menor recuperação fecal, e coeficientes de variação mais elevados.

Barros et al. (2009), esperando determinar os vícios de estimação da excreção fecal com base nos indicadores MSI, FDNI, FDAI e  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , em ensaio de digestão, onde foram testados esquemas de amostragens, variando o número de coletas e intervalos entre as coletas, relataram que apesar de uma recuperação fecal próxima a 100% para o  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , este apresentou maior vício total médio, quando utilizado em esquemas de amostragem parciais em substituição à coleta total, superestimando em 34,33% a produção fecal diária, resultando em uma subestimação da digestibilidade.

Oliveira Jr. et al. (2004), não encontraram diferenças entre os coeficientes de digestibilidade estimados por meio do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , quando comparados com a coleta total de fezes.

Em estudo para avaliar a utilização de dois marcadores internos (FDNI e FDAI), obtidos por meio da incubação *in vitro* e *in situ* e um marcador externo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), para estimativa da produção fecal e do fluxo da digesta duodenal em bovinos alimentados com três volumosos, Berchielli et al. (2005), relataram que os menores CDMS, 45,99% foram estimado com o  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  para o feno de Tifton 85, assim como, para o CDMS da silagem de milho 53,24 %, valores semelhantes foram encontrados neste estudo, porém, para o volumoso cana, o CDMS estimado por meio do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , apresentou o maior valor, 74,45%, sendo apontado pelos autores, como o indicador mais adequado para este volumoso.

## Conclusões

Pode-se concluir que a substituição da proteína do farelo de algodão pela proteína da torta de nabo forrageiro, com base na matéria seca, nos limites propostos neste estudo, é viável, pois não

prejudicou os coeficientes de digestibilidades dos componentes nutritivos, assim como o consumo de matéria seca, sugerindo que a torta de nabo pode ser adicionada em rações para bovinos adultos.

O uso da MSI como indicador mostrou-se viável, pois a mesma apresentou comportamento semelhante aos demais indicadores. A relevância deste fato deve-se, a facilidade de processamento deste componente, aliada ao seu baixo custo para análise, pois, não envolve reagentes nem equipamentos específicos, podendo assim otimizar os estudos em que seja utilizada.

### Referências Bibliográficas

- BARBERO, R. P.; SILVA, L. D. F.; MASSARO JUNIOR, F.; FORTALEZA, A. P. S.; CASTRO, V. S.; ALVES, K. R.; FREITAS JUNIOR, J. G. 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: ZOOTEC 2007, Londrina. **Anais...** Londrina. 2007.
- BARBERO, R. P.; FORTALEZA, A. P. S.; MASSARO JUNIOR, F. L.; JUNIOR, F. L.; BARBOSA, M. A. A. F.; SILVA, L. D. F. Suplementação de novilhas mestiças a pasto com torta de nabo forrageiro em comparação a diferentes fontes protéicas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45.,2008, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA. [2008]. (CD-ROM)
- BARBERO, R. P.; FORTALEZA, A. P. S.; SILVA, L. D. F.; BARBOSA, M. A. A. F.; RIBEIRO, E. L. A. Viabilidade econômica da inclusão de torta de nabo forrageiro na ração de novilhas de corte confinadas. **Revista de Informações Econômicas, São Paulo**, v. 43, n. 3, p. 14-22, 2013.
- BARROS, E. E. L.; FONTES, C. A. A.; DETMANN, E.; VIEIRA, R. A. M.; HEMRIQUES, L. T.; FERNANDES, A. M. Vícios na estimação da excreção fecal utilizando indicadores internos e óxido crômico em ensaios de digestão com ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.2015-2020, 2009.
- BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C. L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.
- BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G.; CARRILHO, E. N. V. M.; FEITOSA, J. V.; LOPES, A. D. Comparação de marcadores para a estimativa de produção fecal e de fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.987-996, 2005.
- CARDOSO, R. C.; VALADARES FILHO, S. C.; COELHO da SILVA, J. F.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; COSTA, M. A. L.; OLIVEIRA, R. V. Síntese microbiana, pH e concentração de amônia ruminal e balanço de compostos nitrogenados, em novilhos F1 limousin x nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1844-1852, 2000.
- CASTRO, V. S.; SILVA, L. D. F.; FORTALEZA, A. P. S.; BERAN, F. H. B.; MASSARO JUNIOR, F. L.; RIBEIRO, E. L. A.; BARBOSA, M. A. A.; BUMBIERES JUNIOR, V. H.; MIZUBUTI, I. Y.; PRADO, O. P. P. Comportamento ingestivo e metabólico de bovinos de corte alimentados com rações contendo diferentes teores de torta de nabo forrageiro (*Rhaphanus sativus*) em substituição ao farelo de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 4167-4178, 2013.
- COELHO da SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocercos, 1979, 380p.
- COCHRAN, R. C.; ADAMS, D. C.; WALLACE, J. D.; GALYEAN, M. L. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal Animal Science**, V. 63(5):1476-1483, 1986.
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VALADARES FILHO, S. C.; EUCLYDES, R. F.; LANA, R. P.; QUEIROZ, D. S. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; SOUZA, A. L.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C.; CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T. Avaliação do vício de “tempo longo” de indicadores internos em ensaios de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.182-188, 2007.
- DOMINGUES, A. R.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A. CASTRO, V. S.; BARBOSA, M. A. A.; MORI, R. M.; VIEIRA, M. T. L.; OLIVEIRA da SILVA, J. A. Consumo, parâmetros ruminais e concentração de uréia plasmática em novilhos com diferentes níveis de torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1061-1072, 2010.

- FERRARI, R.A.; ARCE, M.A.B.R.; RIBEIRO, F.L.F. Biodiesel de óleo de *Raphanus sativus* L.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BODIESEL, 2. 2005, Varginha. **Anais...**Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. Disponível em: <[http://oleo.ufla.br/anais\\_02/artigos/t109.pdf](http://oleo.ufla.br/anais_02/artigos/t109.pdf)>. Acesso em: 21/07/2014.
- FRANCISCO, M.; VELASCO, P.; ROMERO, A.; VÁZQUEZ, L.; CARTEA, M. E. **Sensory quality of turnip greens and turnip tops grown in northwestern Spain**. 2009. Disponível em:<<http://digital.csic.es/bitstream/10261/22598/1/Sensory%20quality%20of%20turnip%20greens.pdf>>. Acesso em: 06/08/2014.
- FREITAS, D.; BERCHIELLI, T. T.; SILVEIRA, R. N.; SOARES, J. P. G.; FERNANDES, J. J. R.; PIRES, A. V. Produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca e matéria orgânica estimados por meio de indicadores. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1521-1530, 2002.
- FORTALEZA, Ana Paula de Souza. **Torta de Nabo Forrageiro: Valor Nutritivo, Ingestão, Desempenho e Características de Carcaça e da Carne de Novilhas ½ Limousin + ½ Nelore**. 2011. 97f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.
- FORTALEZA, A. P. S.; SILVA, L. D. F.; BARBERO, R. P.; BARBOSA, M. A. A.; PRADO, M. R.; CALSAMIGLIA, S. B. Efeito da torta de nabo forrageiro sobre a cinética de fermentação e degradação ruminal *in vitro*. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 237, p. 131-142, 2013.
- GOMES, H. C. C.; MAEDA, E. M.; ALMEIDA, M. M. J.; CASIMIRO, T.; LOPES, D. T.; ZEOULA, L. M. Indicadores internos e externo na estimativa do fluxo de matéria seca omasal para determinar a digestibilidade ruminal e pós-ruminal de rações com silagem de cana-de-açúcar em bovinos e bubalinos. In: ENCONTR ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/CNPq, XVI EAIC, 2007, Maringá. **Anais...** Maringá: ISSN: 1676-0018.
- HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Sciences**, v.69, n.10, p. 2755-2766, 1986.
- ÍTAVO, L. C. V.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, F. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; ÍTAVO, C. C. B. F.; MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, P. V. R. Níveis de concentrado e proteína bruta na dieta de bovinos nelore nas fases de recria e terminação: consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.1033-141, 2002 a.
- ÍTAVO, L. C. V.; SILVA, F. F.; FERREIRA, C. C. B.; VALADARES, R. F. D.; LEÃO, M. I.; CECON, P. R.; ÍTAVO, C. C. B. F.; MORAES, E. H. B. K.; RENNÓ, L. N.; PAULINO, P. V. R. Produção microbiana e parâmetros ruminais de novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1553-11561, 2002 b.
- JORGE, J. R. V.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; SILVA, R. R.; ANDRADE, R. V.; PRADO, J. M.; BUBLITZ, E. E. Lipídios em dietas para novilhos holandeses: digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.4, p.743 - 753, 2008.
- KOZLOSKI, G. V.; MESQUITA, F. R.; ALVES, T. P.; CASTAGNINO, D. S.; STEFANELLO, C. M.; SANCHES, L. M. B. Avaliação do uso de frações indigestíveis do alimento como indicadores internos de digestibilidade em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1819-1823, 2009.
- LANA, R. P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. Viçosa. UFV. 2005. 344 p.
- LIPPKE, H.; ELLIS, W. C; JACOBS, B. F. recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diets. **Journal of Dairy Science**, v.69, p. 403-412, 1986.
- MENDES, A. R.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; BOCCHI, A. L.; QUEIRÓZ, M. A. A.; FEITOSA, J. V. Consumo e digestibilidade total e parcial de dietas utilizando farelo de girassol e três fontes de energia em novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.679-691, 2005.
- MIZUBUTI, I. Y.; PINTO, A. P.; PEREIRA, E. S.; OLIVEIRA, B. M. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para ruminantes**. Londrina: EDUEL. 2009. 226p.

- OLIVEIRA, R. F. M.; FONTES, C. A. A.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F. Estudo da recuperação fecal do  $Cr_2O_3$  e dos indicadores internos CIA, CIDA e lignina em períodos de coleta de dois a sete dias, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.5, p.522-531, 1991.
- OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; PIRES, A. V.; FERNANDES, J. J. R.; SUSIN, I.; SANTOS, F. A. P.; NASCIMENTO FILHO, V. F.; ARAÚJO, R. C. Avaliação de indicadores para estimar a digestibilidade dos nutrientes em novilhos Nelore alimentados com dietas contendo alto teor de concentrado e fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.749-758, 2004.
- ORSKOV, E. R. **Nutrición protéica de los ruminantes**. Zaragoza: Acribia, 1988. 157p.
- PIAGGIO, L. M.; PRATES, E. R.; PIRES, F. F.; OSPINA, H. Avaliação das cinzas insolúveis em ácido, fibra, em detergente ácido indigestível e lignina em detergente ácido indigestível com indicadores internos da digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.3, p.306-312, 1991.
- RIBEIRO E. L. A.; SOUZA, C. L.; PAIVA, F. H. P.; UMAKOSHI, G.; SILVA, L. D. F.; FORTALEZA, A. P. S.; MIZUBUTI, I. Y. Desempenho de cordeiros alimentados com diferentes níveis de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 17., 2007, Londrina. **Anais...** São Paulo: ABZ, 2007 (CD-ROOM).
- SEIXAS, J. R. C.; EZEQUIEL, J. M. B.; ARAÚJO, W. A.; RESENDE, F. D.; MARTINS JUNIOR, A.; KRONKA, S. N.; SILVA, L. D. F.; DOURADO, J. B.; SOARES, W. V. B. Desempenho de bovinos confinados alimentados com dietas à base de farelo de algodão, uréia ou amiréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.432 - 438, 1999.
- STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W.; MATTOS, R. Estratégias de suplementação de gordura em dietas de vacas em lactação. In: SINLEITE, 2, Lavras, **Anais...** Lavras: UFLA, p.179-198, 2001.
- SLUSZZ, T.; MACHADO, J.A.D. **Características das potenciais culturas matérias-primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar**. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **Anais...** Disponível em: < <http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/032.pdf>>. Acesso em: 01/09/2014.
- STATISTICAL ANALISYS SYSTEM – SAS. **User's guide**, Cary: SAS Institute, 2003.
- TORRES, L. C. L.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A.; VILELA, M. S.; GUIMARÃES, A. V.; CORDEIRO da SILVA, E. Substituição da palma-gigante por palma-miúda para bovinos em crescimento e avaliação de indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2264-2269, 2009.
- ZEOULA, L. M.; COELHO da SILVA, J. F.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, L. M.; RESENDE, K. T. Utilização de cinza insolúvel em ácido, óxido crômico e celulose em estudos de digestão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.1, p.73-82, 1992.
- ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; MOURA DIAN, P. H.; GERON, L. J. V.; CALDAS NETO, S. F.; MAEDA, E. M.; PERON, P. D. P.; MARQUES, J. A.; FALCÃO, A. J. S. Recuperação fecal de indicadores internos avaliados em ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1865-11874, 2002.

## **Digestibilidade da MS, MO e PB de Rações com Diferentes Teores de Torta de Nabo Forrageiro em Bovinos pela Técnica de Três Estádios**

### **Digestibility of DM, OM and CP of diets with different levels of turnip pie in cattle by three-steps technique**

RESUMO – O estudo da digestão de proteínas no intestino delgado é caro e trabalhoso, além de requerer a utilização de animais canulados em várias seções do trato digestório. Espera-se que uma técnica *in vitro* que vise estimar a digestão intestinal da proteína, deva simular as condições fisiológicas dos ruminantes, incluindo os efeitos causados pela fermentação ruminal, deve ser rápida, confiável, barata e aplicável a uma ampla variedade de alimentos. O objetivo deste estudo foi estimar as digestibilidades intestinais, da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB), pela técnica de três estádios, dos resíduos não degradados no rúmen, de rações contendo diferentes teores de torta de nabo forrageiro em substituição a proteína do farelo de algodão. Foram utilizados quatro bovinos, dotados de cânula ruminal, mantidos em baias individuais, alimentados com as rações experimentais, numa relação volumoso:concentrado de 47:53, contendo silagem de sorgo, milho moído e torta de nabo forrageiro substituindo a PB do farelo de algodão com base na MS, em quatro tratamentos, sendo 0 para ração somente com farelo de algodão, e 25, 50 e 75% de substituição da PB do farelo de algodão por proteína da torta de nabo. As amostras foram incubadas em sacos de náilon nos tempos de 12, 20, 50, e 72 h de fermentação ruminal, para a determinação da degradabilidade da MS, MO e PB. As degradabilidades efetivas (DE) da MS para 2% h<sup>-1</sup> e 5% h<sup>-1</sup> de taxa de passagem, sofreram efeito lineares positivos e a 8% h<sup>-1</sup> houve efeito cúbico. A DE da MO apresentou efeito linear positivo para as três taxas de passagem. A fração B da PB apresentou efeito linear negativo e as DE para 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup> de taxa de passagem, apresentaram efeito linear positivo, variando de 54,56 a 67,41% para 5% h<sup>-1</sup>. Os resíduos não degradados no rúmen, foram submetidos à digestão com solução de pepsina, pH 1,9, durante uma hora, e posteriormente, solução de pancreatina, pH 7,8, durante 24 horas, ambas a 38°C, sendo então os resíduos analisados para nitrogênio total, MS e MO. As digestibilidades intestinais *in vitro* da MS, MO e PB não degradadas no rúmen, não diferiram (P>0,05) entre os tratamentos para as 3 taxas de passagem, assim como a proteína não degradada no rúmen digestível (PNDR<sub>D</sub>). Entre taxas de passagem foram encontrados resultados diferentes (P<0,05), principalmente entre 2 e 8% h<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** digestibilidade intestinal *in vitro*, taxa de passagem

**ABSTRACT** – The study of protein digestion in the small intestine is expensive and laborious, and requires the use of cannulated animals in various sections of the digestive tract. It is expected that one *in vitro* technique which aims at estimating the intestinal digestion of protein, simulate the physiological conditions of the ruminant, including the effects caused by ruminal fermentation, be quick, reliable, cheap and applicable to a wide variety of foods. The objective of this study was to estimate the intestinal digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM) and crude protein (CP), by the three-steps technique, of residues rumen undegradable, of rations containing different turnip pie levels replacing the protein cottonseed meal. Four steers, fitted with rumen cannula were used. They were kept in individuals stalls, fed on experimental diets at forage:concentrate ratio of 47:53, containing sorghum silage, ground corn, and turnip pie replacing the CP of cottonseed meal based on DM, in four treatments, being 0 to feed only with cottonseed meal, 25, 50 and 75% of replacement of CP cottonseed meal by turnip pie protein. The samples were incubated in nylon bags at the times of 12, 20, 50 and 72h of ruminal fermentation to determine the degradability of DM, OM and CP. The effective degradability (ED) of DM for 2% h<sup>-1</sup> and 5% h<sup>-1</sup> passage rate, suffered positive linear effect, and 8% h<sup>-1</sup> there was a cubic effect. The ED of OM showed a positive linear effect for three passage rates. The fraction B of CP showed a negative linear effect and ED for 2, 5 and 8% h<sup>-1</sup> passage rate, presented positive linear effect, ranging from 54.56 to 67.41% to 5% h<sup>-1</sup>. The residues rumen undegradable were digested with pepsin solution, pH 1.9 for one hour, and subsequently pancreatin solution, pH 7.8 for 24 hours, both at 38°C, and then the residues analyzed for total nitrogen, dry matter and organic matter. The intestinal digestibility *in vitro* of DM, OM and CP rumen undegradable did not differ (P>0.05) from treatments for three passage rates, as well as rumen undegradable digestible protein (RUP<sub>D</sub>). Among passage rates different results were found (P<0.05), mainly between 2 and 8% h<sup>-1</sup>.

**Key-words:** intestinal digestibility *in vitro*, passage rate.

## Introdução

Nos últimos anos, a agricultura vem propiciando maior retorno financeiro, principalmente a cultura de soja, quando comparada com a pecuária, e este fato vem promovendo redução nas áreas de pastagem, as quais dão lugar às lavouras. No entanto, isto proporciona, por outro lado, maior número de resíduos e subprodutos agroindustriais, além dos próprios alimentos produzidos, aumentando assim o número de alimentos que podem ser usados na alimentação de ruminantes, muitas vezes, propiciando uma relação custo/benefício mais favorável.

Neste contexto, alimentos convencionais como por exemplo, o grão de girassol, grão de soja, caroço de algodão são explorados em larga escala pela indústria, para extração de óleo e produção de fibras têxteis. Resíduos de grãos ou alimentos não convencionais como mamona, dendê, canola, macaúba, babaçu, pinhão manso e nabo forrageiro, estes principalmente utilizados para a produção de biodiesel, de forma mais regionalizada, geram coprodutos como farelos e tortas com maiores ou menores teores de óleo.

Dentre as oleaginosas utilizadas para a extração de óleo, para produção do biodiesel, o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) apresentou-se como uma cultura de grande interesse, sobretudo no estado do Paraná, em função da facilidade na sua produção e pelas condições de reciclagem de nutrientes no solo, reduzindo assim custos com adubação (SLUSZZ; MACHADO, 2006). Estes coprodutos podem ser utilizados na alimentação animal, porém, necessitam de estudos para se adequarem os melhores níveis de inclusão ou substituição de outros alimentos mais onerosos.

As exigências em proteína metabolizável dos ruminantes são atendidas pela proteína microbiana e pela proteína de origem dietética e endógena que escapa da fermentação ruminal (COELHO DA SILVA; LEÃO, 1979). No entanto, para que, animais com alta capacidade produtiva possam expressar seu potencial genético, é preciso maximizar a eficiência da síntese de proteína microbiana, a qual apresenta ótimo perfil em aminoácidos, relativamente constante, independentemente da dieta fornecida (VALADARES FILHO; VALADARES, 2001).

A digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen é considerada constante por alguns sistemas, como o britânico AFRC (1993), que estima em 90% a digestibilidade desta proteína. O sistema proposto em Cornell, CNCPS, descrito por Sniffen et al. (1992), e o NRC (2001), consideram 100% de digestibilidade intestinal para as frações proteicas B1 e B2 e em 80% a digestibilidade para a fração B3, associada à parede celular, que possui lenta degradação. Desse modo, para evitar erros, torna-se necessário determinar de forma mais precisa a digestibilidade intestinal de cada alimento (CABRAL et al., 2001).

O conhecimento da degradabilidade ruminal e da digestibilidade da proteína bruta no intestino delgado é fundamental, assim como, a resposta animal é outra variável importante e não deve ser desconsiderada ao se avaliar os alimentos. O estudo da digestão de proteínas no intestino delgado é caro

e trabalhoso, além de requerer a utilização de animais canulados em várias seções do trato digestório (CALSAMIGLIA; STERN, 1995).

Espera-se que uma técnica *in vitro* que vise estimar a digestão intestinal de proteína, deva simular as condições fisiológicas dos ruminantes, incluindo os efeitos causados pela fermentação ruminal, deve ser rápida, confiável, barata e aplicável a uma ampla variedade de alimentos (CALSAMIGLIA; STERN, 1995).

O objetivo deste estudo foi avaliar a torta de nabo forrageiro, em diferentes teores, de substituição ao farelo de algodão, com base na proteína bruta, sobre as degradabilidades ruminais e digestibilidades intestinais *in vitro* da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta das rações, pela técnica de três estádios, incubadas no rúmen em três tempos de permanência.

### Materiais e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Escola na Unidade de Experimentação de Ruminantes (UNER), as análises químicas foram processadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia e as digestibilidades *in vitro* foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos vinculados ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina.

Foram utilizados quatro bovinos mestiços da raça Girolando, machos castrados, adultos, dotados de cânula permanente no rúmen, tendo em média,  $480,3 \pm 27,8$  kg de peso corporal, os quais, passaram por uma aplicação de Ivermectina injetável e Flumetrina Pour-on para combater endo e ectoparasitas antes de iniciar a fase experimental.

Os tratamentos foram constituídos de rações completas, à base de silagem de sorgo como volumoso, formuladas pelo Sistema Viçosa de Formulação de Rações, em uma relação volumoso:concentrado de 47:53, com 0; 25; 50 e 75% de substituição do farelo de algodão pela torta de nabo forrageiro, com base na proteína bruta (PB) do farelo de algodão, (Tabela 1).

**Tabela 1** – Composição bromatológica das rações experimentais com base na matéria seca (MS) em %

	Proteína bruta da Torta de nabo forrageiro (%)			
	0	25	50	75
Ingredientes na ração completa				
Silagem de sorgo	47,00	47,00	47,00	47,00
Milho triturado	42,83	43,18	42,75	41,35
Farelo de algodão	8,57	6,36	4,55	2,68
Torta de nabo forrageiro	-	1,96	4,20	7,47
Suplemento Mineral	1,00	1,00	1,00	1,00
Bicarbonato de sódio	0,50	0,50	0,50	0,50
Composição nutricional				
Matéria seca	39,86	39,87	39,88	39,92
Matéria orgânica	93,98	93,96	93,91	93,82

Proteína bruta	10,74	10,74	10,92	11,42
Extrato etéreo	4,26	4,49	4,74	5,08

**Fonte:** Elaboração dos Autores.

Durante o experimento, os animais foram mantidos em baias individuais, cobertas, com piso em concreto, com cochos e bebedouros também individuais. Para cada período de incubação, os mesmos foram submetidos a 8 dias de adaptação, com fornecimento de ração às 7h00 e 16h00, de forma que houvesse sobra diária de aproximadamente 10% da matéria seca (MS) fornecida.

Foram incubados em cada animal, 34 sacos de náilon com medidas de 15 cm x 8 cm, contendo 7g cada um, das respectivas rações pré-secas, a que o animal estava sendo adaptado. Os saquinhos foram divididos entre os tempos de degradação, 12 horas para uma taxa de passagem de aproximadamente 8% h<sup>-1</sup>, 20 horas para 5% h<sup>-1</sup> de taxa de passagem, 50 horas para a taxa de passagem de 2% h<sup>-1</sup> e 72 horas para a estimativa da degradabilidade potencial.

Após incubação ruminal, os sacos foram lavados em água fria para retirada do excesso de conteúdo ruminal e, em seguida, mergulhados por um período de 30 minutos em água com gelo para interromper a atividade dos microrganismos. Posteriormente, foram retirados das correntes e lavados durante 10 minutos em uma máquina tipo “tanquinho” (sendo que a cada cinco minutos a água da máquina era trocada). Após esta etapa, os sacos foram pendurados em um suporte de ferro para secar, em estufa com temperatura controlada a 55 ± 5°C com circulação forçada de ar durante 72 horas.

Em cada período de incubação, dois saquinhos foram usados para a determinação da fração solúvel (A) dos componentes nutritivos, obtidas através das diferenças entre as quantidades contidas inicialmente na amostra das rações e aquelas determinadas nos resíduos após lavagem, secos e triturados. A fração indegradável (C) foi considerada como sendo o resíduo encontrado no saco de náilon após 72 horas de permanência no rúmen.

Para a avaliação da degradação potencial da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta foi utilizado o modelo proposto por Orskov e McDonald (1979); onde:  $p = a + b(1 - e^{-kt})$ , em que; p = degradação potencial do componente nutritivo em porcentagem, a = fração solúvel em porcentagem, b = fração insolúvel potencialmente degradável em porcentagem, a + b = degradação potencial do componente nutritivo, k = taxa de digestão por ação fermentativa em porcentagem por hora e t = tempo de incubação em horas

Para estimar a degradabilidade efetiva foi usada a expressão;  $P = a + b * k(k_d + k_p)^{-1}$  sendo; P = degradabilidade efetiva em porcentagem, k<sub>p</sub> = ritmo de fluxo das frações nutritivas por hora, sendo que foram utilizados os valores de k<sub>p</sub> de 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup>, sugeridos pelo AFRC (1993), e a, b e k as mesmas constantes da equação, anteriormente citada.

Para a realização das análises químicas, antes e após a digestão, conforme metodologias descritas por Mizubuti et al., (2009), os resíduos devidamente homogeneizados para cada tempo de incubação *in situ*, foram moídos em moinho dotado de peneira com crivos de 1 mm de diâmetro.

As digestibilidades intestinais da matéria seca (MSNDR), matéria orgânica (MONDR) e proteína bruta, (PBNDR), não degradáveis no rúmen, respectivamente, dos resíduos dos sacos de náilon das diferentes rações incubadas *in situ*, devidamente homogeneizados nos diversos tempos, foram determinadas *in vitro* segundo Calsamiglia e Stern (1995) pela técnica de três estádios.

Uma amostra dos resíduos não degradáveis no rúmen contendo 15 mg de N residual, foi colocada para digerir em 10 mL de uma solução 0,01N de HCL, contendo 1 g L<sup>-1</sup> de pepsina, (Sigma P-7012) em pH de 1,9. A amostra foi homogeneizada e incubada por uma hora em banho-maria (tipo *dubnoff*) com agitador, a 38°C. Após esta etapa a amostra foi neutralizada com 0,5 mL de solução de NaOH a 1 N, e então foram adicionados 13,5 mL de solução contendo 3 g L<sup>-1</sup> de pancreatina (Sigma P-7545), em tampão de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> a 0,05 M, em pH de 7,8 acrescidos de 50ppm de *tymol* para evitar o crescimento microbiano. Nesta etapa a amostra foi incubada durante 24 horas, também à 38°C de temperatura no mesmo banho-maria com agitador.

Ao término da digestão as amostras foram filtradas à vácuo em papel filtro *Watmam* nº 40 previamente pesados e lavadas com 400 mL de água destilada, sendo levadas, posteriormente a estufa, com temperatura controlada a 55 ± 5°C e circulação forçada de ar por um período de 72 horas e novamente pesadas. O desaparecimento durante a digestão foi estimado pela diferença de peso entre a amostra que foi colocada para digerir e a residual da mesma, com base na matéria seca.

A digestão total da MS, MO e PB, das rações de cada tratamento foi considerada como sendo a soma do desaparecimento ruminal mais a digestibilidade *in vitro*, sendo então calculada pela diferença entre a amostra original e o resíduo após digestão *in vitro* com base na matéria seca.

A degradação total dos componentes nutritivos, foi calculada pela diferença entre a amostra original e o resíduo obtido após a incubação ruminal com base na matéria seca.

A digestibilidade *in vitro* foi calculada como sendo a diferença da MS, MO e PB, do resíduo não degradado no rúmen, que cada amostra apresentava antes do processo de digestão e o resíduo após a digestão, com base na matéria seca.

A digestibilidade *in vitro* em relação á digestão total, foi considerada como sendo o desaparecimento da digestão *in vitro* dividido pelo desaparecimento da digestão total do componente nutritivo de cada amostra em percentagem.

Os animais foram distribuídos em um delineamento experimental tipo quadrado latino 4 x 4, com quatro animais, quatro períodos e quatro tratamentos, em um esquema de parcelas subdivididas (representadas pelas taxas de passagens), para a análise dos efeitos de substituição do farelo de algodão, entre tratamentos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e por meio do procedimento GLM e REG do Statistical Analysis System – SAS® (2003) a 5% de probabilidade.

Para a análise das variáveis entre as taxas de passagem dentro de tratamento, o delineamento utilizado foi completamente ao acaso e as diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste Tukey, pelo programa Statistical Analysis System – SAS® (2003) a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

De maneira geral, a inclusão de torta de nabo forrageiro substituindo a proteína do farelo de algodão nas rações, influenciou significativamente as frações e degradabilidades efetivas (DE) da MS, MO e PB (Tabelas 2, 3 e 4). Pois, mesmo adicionada em pouca quantidade nas rações, devido a sua elevada e rápida taxa de degradação ruminal, o que já foi constatado por Mello et al. (2008), Fortaleza et al. (2009), Brás, (2011) a torta de nabo contribuiu para que houvesse diferença entre os tratamentos.

Para a fração solúvel (A) da MS, foi encontrada uma equação cúbica em função dos tratamentos com ponto de mínimo de 23,79% de solubilidade, para substituição de 11,73% do farelo de algodão por torta de nabo, o ponto de máxima estimado foi 27,5% para 58,90% de substituição. As frações potencialmente degradáveis (B), indigestível (C) e degradabilidade potencial (DP) da MS não foram influenciadas pelos teores de substituição da proteína do farelo de algodão por torta de nabo forrageiro, apresentando média de 56,45% para a fração B, 18,06% para a fração C e 79,81% para a DP, (Tabela 2).

As DE da MS a 2 e 5% h<sup>-1</sup>, foram influenciadas pela substituição do farelo de algodão por torta de nabo forrageiro, sendo as equações encontradas, lineares e positivas, evidenciando que a torta de nabo provocou aumento da degradabilidade da MS. Já a DE para a taxa de passagem de 8%/h, apresentou comportamento cúbico da equação de regressão em função dos tratamentos, com ponto de mínimo em 43,01% de degradabilidade com 11,24% de substituição, e o ponto de máximo, 49,77% para a 60,86% de substituição do farelo pela torta.

Mello et al. (2008), em um ensaio de desempenho animal e degradabilidade ruminal, onde foi avaliado o uso do resíduo de nabo forrageiro, relataram que o mesmo apresentou elevada e rápida degradação ruminal da matéria seca, o que pode ser devido á elevada fração solúvel (A) encontrada, 56,8%, a fração potencialmente degradável (B) de 37,0% e degradabilidade potencial (DP) de 93,8%, a DE relatada para as taxas de 2 e 5%/h foram 88,9 e 83,8%, respectivamente.

**Tabela 2** - Frações solúveis (A), insolúveis potencialmente degradáveis (B), indigestível (C), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidades efetiva (DE) da matéria seca (MS) para taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup>, em %.

	Proteína bruta da torta de nabo forrageiro (%)				CV (%)	ER	R <sup>2</sup>
	0	25	50	75			
A	24,36	24,51	27,16	25,93	4,02	1	0,60
B	55,92	57,26	55,56	57,07	2,71	$\hat{Y} = 56,45$	
C	19,72	18,23	17,28	17,00	8,48	$\hat{Y} = 18,06$	
DP	77,63	78,90	81,28	81,42	2,59	$\hat{Y} = 79,81$	
DE 2	62,46 a	63,36 a	67,11 a	66,96 a	3,09	2	0,25
DE 5	50,17 b	50,77 b	55,29 b	54,87 b	3,51	3	0,32
DE 8	43,88 c	44,36 c	48,88 b	48,30 b	3,44	4	0,46
CV(%)	4,98	5,92	5,71	7,24			

$1 \hat{Y} = 24,5933 - 0,14618x + 0,00747x^2 - 0,00007046x^3$   
 $2 \hat{Y} = 62,3825 + 0,06905x$   
 $0,18398x + 0,01055x^2 - 0,00009755x^3$

$3 \hat{Y} = 49,9845 + 0,07443x$   
 $4 \hat{Y} = 43,8850 -$

CV-coeficiente de variação; ER- equação de regressão; R<sup>2</sup>-coeficiente de determinação; Letras diferentes na mesma coluna diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

**Fonte:** Elaboração dos Autores.

Por outro lado, Beran et al. (2005), encontraram para o farelo de algodão (38,9% de PB), fração A da MS de 35,64%, degradabilidade potencial de 72,07% e DE à 3, 5 e 8% h<sup>-1</sup> de 62,73, 58,76 e 54,60%, respectivamente, para as taxas de passagem. Marcondes et al. (2009), também observaram para a fração A da MS, do farelo de algodão (38% de PB) valor de 33,62% e DE à 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup> de 72,36, 60,01 e 53,63% para as referidas taxas de passagem.

Analisando os estudos citados acima, é possível notar que o resíduo de nabo forrageiro é mais degradável quando comparado ao farelo de algodão, o que corrobora com os dados encontrados neste estudo, onde as degradabilidades efetivas das rações aumentaram à medida em que, se substituiu parte do farelo de algodão por torta de nabo. Fortaleza et al. (2009), em estudo comparativo da degradação de alguns alimentos, apontaram que a torta de nabo apresentou para a MS, altas DE à 3, 5 e 8% h<sup>-1</sup>, entre os alimentos estudados. Tal fato, também foi reportado por Collao-Saenz et al. (2009) e Brás (2011) em estudo com ovinos.

As DE entre as taxas de passagem, apresentaram diferença (P<0,05) dentro de tratamentos, sendo que, os tratamentos, somente com algodão e com o primeiro teor de substituição, apresentaram diferença entre as três taxas de passagem. Para os tratamentos com 50 e 75% de substituição, as médias diferiram entre as taxas 2% h<sup>-1</sup> e 5% h<sup>-1</sup> sendo esta semelhante a 8% h<sup>-1</sup> de taxa. Tal fato pode ser explicado pelo tempo de permanência no rúmen, onde ocorre maiores degradações para taxas de passagem menores, a semelhança entre as DE a 5 e 8% h<sup>-1</sup>, para os tratamentos com 50 e 75% de substituição, pode ser devido a rápida degradação da torta de nabo presente em maior quantidade nesses tratamentos.

Os dados relativos a MO (Tabela 3), de maneira geral tiveram comportamento semelhante ao verificado para a MS, a frações solúvel A também apresentou comportamento cúbico, com ponto de mínimo em 21,73% de solubilidade para 11,72% de substituição e o ponto de máximo encontrado foi 25,79% de solubilidade para um teor de 58,05% de substituição da proteína do farelo de algodão pela proteína da torta de nabo forrageiro.

As frações, potencialmente degradável B, indigestível C e degradabilidade potencial DP, não foram influenciadas pelos tratamentos. A DE para taxas de passagem de 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup> foram influenciadas de forma linear e positiva.

**Tabela 3** - Frações solúveis (A), insolúveis potencialmente degradáveis (B), indigestível (C), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidades efetiva (DE) da matéria orgânica (MO) para taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup>, em %.

	Proteína bruta da torta de nabo forrageiro (%)				CV (%)	ER	R <sup>2</sup>
	0	25	50	75			
A	22,42	22,55	25,47	23,78	5,72	1	0,51
B	57,83	59,16	57,42	59,25	2,71	Ŷ = 58,42	

C	19,75	18,29	17,11	16,97	8,80	$\hat{Y} = 18,03$	
DP	67,41	69,21	72,74	72,85	4,18	$\hat{Y} = 70,55$	
DE 2	52,03 a	53,34 a	56,89 a	56,51 a	7,22	2	0,84
DE 5	39,55 b	40,50 b	44,23 b	43,43 b	7,19	3	0,77
DE 8	34,48 b	35,23 b	38,84 b	37,83 b	6,59	4	0,72
CV(%)	7,43	7,62	6,89	11,44			

$$1 \hat{Y} = 22,64333 - 0,16651x + 0,00854x^2 - 0,00008161x^3$$

$$52,14075 + 0,06798x$$

$$4 \hat{Y} = 34,54850 + 0,05469x$$

de variação; ER- equação de regressão; R<sup>2</sup>-coeficiente de determinação; Letras diferentes na mesma coluna diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

**Fonte:** Elaboração dos Autores.

$$2 \hat{Y} =$$

$$3 \hat{Y} = 39,62950 + 0,06138x$$

$$CV\text{-coeficiente}$$

Fortaleza et al. (2009), divulgaram valor para a DP da MO da torta de nabo de 89,07%, sendo este inferior somente ao milho e farelo de soja, dentre os alimentos estudados pelos autores, ainda citam que as DE da MO à 3, 5 e 8% h<sup>-1</sup>, estiveram entre as mais elevadas, sendo estes de 55,94, 51,93 e 47,88% respectivamente.

Entre as taxas de passagem para as DE da MO, foi observado para todos os tratamentos, que as médias encontradas para a DE a 2% h<sup>-1</sup> diferiram (P<0,05), quando comparadas com as DE a 5 e 8% h<sup>-1</sup>, sendo que, estas duas foram semelhantes.

A fração potencialmente degradável B, relativo á PB (Tabela 4), apresentou efeito linear negativo, ou seja, diminuiu à medida que, a torta de nabo forrageiro foi utilizada em substituição da PB do farelo de algodão. As frações A, C e degradabilidade potencial da PB não sofreram influência do aumento da inclusão do resíduo de nabo forrageiro.

Toda via, mesmo que, numericamente, elevações das quantidades da fração A, neste estudo, teve média de 30,67 % para a PB, acarretam em diminuição da fração B, o menor valor encontrado, 51,43 % da fração B, foi para a ração com maior teor de nabo forrageiro. Tal fato pode ser evidenciado nos estudos de Mello et al. (2008), Brás (2011) e Cardoso (2013), onde os autores reportaram altos valores para a fração A da PB da torta de nabo, 66,00%; 58,25% e 55,12% respectivamente.

**Tabela 4 -** Frações solúveis (A), insolúveis potencialmente degradável (B), indigestível (C), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidades efetiva (DE) da proteína bruta (PB) para taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup>, em %.

	Proteína bruta da torta de nabo forrageiro (%)				CV (%)	ER	R <sup>2</sup>
	0	25	50	75			
A	22,26	30,59	33,64	36,18		$\hat{Y} = 30,67$	
B	62,71	57,58	54,58	51,43	5,15	1	0,70
C	15,03	11,83	11,78	12,39	17,01	$\hat{Y} = 12,76$	
DP	83,41	84,61	85,95	87,33	2,29	$\hat{Y} = 85,33$	
DE 2	67,74 a	69,50 a	71,52 a	76,98 a	5,06	2	0,49
DE 5	54,56 b	57,10 b	59,70 b	67,41 b	6,73	3	0,60
DE 8	47,33 c	50,78 b	53,53 b	61,52 b	7,04	4	0,68
CV(%)	5,61	8,42	5,85	4,85			

$$1 \hat{Y} = 62,10700 - 0,14752x$$

$$66,97550 + 0,11892x$$

$$3 \hat{Y} = 53,51825 + 0,16463x$$

$$46,48925 + 0,18132x$$

$$2 \hat{Y} =$$

$$4 \hat{Y} =$$

CV-coeficiente de variação; ER- equação de regressão; R<sup>2</sup>-coeficiente de determinação; Letras diferentes na mesma coluna diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

**Fonte:** Elaboração dos Autores.

As DE da PB a 5% h<sup>-1</sup> de taxa da passagem encontradas neste estudo, foram próximas das apontadas por Domingues et al. (2010), valor médio de 56,68% para a mesma taxa de passagem, em tratamentos com substituição do farelo de algodão por torta de girassol nos níveis de 0, 25, 50 e 75%. Levando-se em conta somente o resíduo de nabo, Mello et al. (2008), reportaram DE da PB a 2 e 5% h<sup>-1</sup> de taxa de passagem no valor de 93,4 e 88,9% respectivamente. Assim como, Brás (2011) apontaram 90,93%, DE para taxa de passagem de 5% h<sup>-1</sup>. Já Fortaleza et al. (2009), divulgaram DE da PB a 3, 5 e 8% h<sup>-1</sup> de taxa de passagem, para a torta de nabo forrageiro de 61,85, 57,82 e 53,58%, respectivamente.

Os valores para as DE da PB encontradas nas três taxas de passagem estudadas entre os tratamentos, sofreram influencia da inclusão do resíduo de nabo, as equações encontradas apresentaram-se de forma linear positiva, ou seja, as DE aumentaram à medida em que, a torta de nabo forrageiro foi utilizada em substituição a PB do farelo de algodão. O que está de acordo com os dados já relatados, dos autores que constataram altas degradações para alimentos provenientes de resíduos do nabo forrageiro, Mello et al. (2008), Brás (2011).

Somente a ração formulada exclusivamente com farelo de algodão, como fonte proteica, apresentou diferença entre as três taxas de passagem para a DE da PB. Para as rações com presença de torta de nabo forrageiro, verificou-se, que as médias encontradas para a DE a 2% h<sup>-1</sup> diferiram (P<0,05), quando comparadas com as DE a 5% h<sup>-1</sup> e 8% h<sup>-1</sup>, sendo que, estas duas foram semelhantes. Mais uma vez, evidenciando a alta e rápida degradação da torta de nabo forrageiro.

Apesar de ser esperado que, aumentos da DE das rações, em função da inclusão da torta de nabo, provocassem aumentos da digestibilidade total da MS (DIGTotalMS), assim como da degradação total (DEGTotalMS), estas variáveis não sofreram influencia devido aos teores de substituição, para as três taxas de passagem estudadas (Tabela 5).

Também poderia ser esperado, um declínio da digestibilidade *in vitro* em relação à digestão total (DIVATMS) e da digestibilidade intestinal *in vitro* da MS (DIVMS), em função do aumento do resíduo de nabo nas rações, o que seria coerente, pois à medida em que houvesse aumento da degradação, menos resíduo seria disponibilizado para a digestão intestinal *in vitro*, porém estas variáveis também não foram influenciadas pelos tratamentos.

**Tabela 5** - Digestibilidade total (DIGTotal), degradação total (DEGTotal), digestibilidade intestinal *in vitro* em relação à digestão total (DIVAT), digestibilidade intestinal *in vitro* da matéria seca (MS) para taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup>, em %.

		Proteína bruta da torta de nabo forrageiro (%)				CV	ER
		0	25	50	75	(%)	
2% h <sup>-1</sup>	DIGTotal	76,74	77,33	81,07	80,73	2,70	$\hat{Y} = 78,97$
	DEGTotal	73,47	74,77	78,26	78,26	3,10	$\hat{Y} = 76,19$
	DIVAT	4,31	3,37	3,51	3,10	19,14	$\hat{Y} = 3,57$
	DIV	12,42	9,93	12,89	11,35	11,94	$\hat{Y} = 11,66$
5% h <sup>-1</sup>	DIGTotal	64,14	66,58	70,21	69,75	5,15	$\hat{Y} = 67,67$
	DEGTotal	53,42	56,56	60,76	60,80	7,02	$\hat{Y} = 57,88$
	DIVAT	16,81	15,31	13,86	13,03	12,98	$\hat{Y} = 14,75$
	DIV	23,09	22,81	23,56	22,54	6,68	$\hat{Y} = 23,00$
8% h <sup>-1</sup>	DIGTotal	60,64	62,76	64,67	63,38	3,56	$\hat{Y} = 62,86$
	DEGTotal	43,44	47,86	50,43	48,84	6,84	$\hat{Y} = 47,64$
	DIVAT	28,48	23,85	22,53	23,43	15,19	$\hat{Y} = 24,57$
	DIV	30,35	28,48	28,28	28,26	11,10	$\hat{Y} = 28,84$

CV-coeficiente de variação; ER-equação de regressão

**Fonte:** Elaboração dos Autores.

As taxas de passagem, de maneira geral, provocaram diferença ( $P < 0,05$ ) nas variáveis de digestibilidades da MS (Tabela 6), principalmente entre 2% h<sup>-1</sup> e 5% h<sup>-1</sup>, onde menores taxas, com maiores tempos de permanência no rúmen, ocasionaram maiores digestibilidades totais e degradações totais, mostrando que a degradação ruminal contribui em maior extensão para a digestibilidade total.

Ao passo que menores digestibilidades intestinais *in vitro* e digestibilidade *in vitro* em relação à total, foram encontradas para as menores taxas de passagem, pois em maiores tempos de permanência ruminal, menos material escapa da degradação no rúmen e é disponibilizado à digestão enzimática.

**Tabela 6** – Digestibilidades e degradação da matéria seca (MS) entre as taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup>, dentro de tratamentos, em %.

Taxa % h <sup>-1</sup>	DIGTotal MS				DEGTotal MS				
	0	25	50	75	0	25	50	75	
2	76,74 A	77,33 A	81,07 A	80,73 A	73,47 A	74,77 A	78,26 A	78,26 A	
5	64,14 B	66,58 B	70,21 B	69,75 B	53,42 B	56,56 B	60,76 B	60,80 B	
8	60,64 B	62,76 B	64,67 B	63,38 B	43,44 C	47,86 B	50,43 B	48,84 B	
CV	4,82	5,14	6,63	6,22	6,76	8,62	12,29	10,05	
		DIVAT MS				DIV MS			
2	4,31 A	3,37 A	3,51 A	3,10 A	12,42 A	9,93 A	12,89 A	11,35 A	
5	16,81 B	15,31 B	13,86 B	13,03 B	23,09 B	22,81 B	23,56 B	22,54 B	
8	28,48 C	23,85 C	22,53 B	23,43 C	30,35 C	28,48 B	28,28 B	28,26 C	
CV	16,99	28,09	49,79	34,38	12,38	15,18	18,64	11,91	

Digestibilidade total (DIGTotal), degradação total (DEGTotal), digestibilidade intestinal *in vitro* em relação à digestão total (DIVAT), digestibilidade intestinal *in vitro* (DIV); Letras diferentes na mesma coluna diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey; CV-coeficiente de variação

**Fonte:** Elaboração dos Autores.

Os valores de DIGTotalMS do tratamento somente com farelo de algodão, encontrados neste estudo, com taxas de passagem de 5 e 8% h<sup>-1</sup>, foram inferiores, ao passo que a DIGTotalMS a 2% h<sup>-1</sup> foi superior á divulgada por Ezequiel et al. (2001), 70,5% para dieta com farelo de algodão, obtida por meio da técnica de dois estádios (TILLEY e TERRY), em estudo para avaliar o efeito da suplementação com farelo de algodão, uréia ou amiréia em dietas com silagem de milho e milho moído.

Trabalhando com técnicas de produção de gases e digestibilidade *in vitro*, com rações contendo 0; 2; 4 e 8% de inclusão de torta de nabo forrageiro, Fortaleza et al. (2013), relataram que os valores para a digestibilidade *in vitro* da MS, apresentaram-se de forma quadrática, sendo, 58,05; 59,23; 60,42 e 50,80% para as rações com 0, 2, 4 e 8%, respectivamente. Neste estudo, os valores de DIGTotalMS do tratamento somente com farelo de algodão, foi de 60,64% e com 25% de presença de torta de nabo foi de 62,76%, para 8% h<sup>-1</sup> de taxa de passagem, foram próximos aos divulgados pelos referidos autores. Porém, com taxas de passagem de 2 e 5% h<sup>-1</sup>, os valores encontrados neste estudo, foram superiores.

Barbero et al. (2007), avaliando o consumo e digestibilidade totais, de rações com níveis crescentes de torta de nabo forrageiro, 0; 25; 50; 75 e 100% em substituição ao farelo de soja com base na MS, relataram coeficientes de digestibilidade da MS por meio da FDAI no valor de 61,96; 63,74; 61,65 e 63,40% para os níveis de inclusão de 0; 25; 50 e 75%, respectivamente. Valores próximos foram encontrados para a DIGTotalMS a 8% h<sup>-1</sup>.

De maneira geral, os valores encontrados para as variáveis referentes à MO, seguiram a mesma tendência da MS (Tabela 7), porém, a DIGTotalMO e a DEGTTotalMO para a taxa de passagem de 2% h<sup>-1</sup>, sofreram influencia dos teores de inclusão de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de algodão, onde as equações encontradas foram lineares e positivas.

**Tabela 7 -** Digestibilidade total (DIGTotal), degradação total (DEGTTotal), digestibilidade intestinal *in vitro* em relação à digestão total (DIVAT), digestibilidade intestinal *in vitro* da matéria orgânica (MO) para taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup>, em %.

		Proteína bruta da torta de nabo forrageiro (%)				CV (%)	ER	R <sup>2</sup>
		0	25	50	75			
2% h <sup>-1</sup>	DIGTotal	76,30	76,96	80,85	80,53	2,61	1	0,91
	DEGTTotal	73,05	74,50	78,15	78,04	3,16	2	
	DIVAT	4,31	3,25	3,38	3,16	26,43	Ŷ = 3,52	
	DIV	12,00	9,43	12,33	11,34	14,81	Ŷ = 11,27	
5% h <sup>-1</sup>	DIGTotal	62,44	67,73	69,54	69,07	7,13	Ŷ = 67,19	0,90
	DEGTTotal	52,32	55,46	60,08	60,12	7,40	Ŷ = 56,99	
	DIVAT	16,14	18,23	14,05	13,17	17,99	Ŷ = 15,39	
	DIV	21,43	27,10	23,15	22,17	19,37	Ŷ = 23,46	
8% h <sup>-1</sup>	DIGTotal	59,88	61,59	63,94	62,43	3,56	Ŷ = 61,96	0,90
	DEGTTotal	42,18	46,43	49,44	47,63	7,21	Ŷ = 46,42	
	DIVAT	29,66	24,71	23,19	24,26	17,46	Ŷ = 25,45	
	DIV	30,56	28,15	28,11	28,00	12,70	Ŷ = 28,70	

$$1 \hat{Y} = 76,16675 + 0,06642x$$

$$\hat{Y} = 73,1460 + 0,07439x$$

CV-coeficiente de variação; ER-equação de regressão; R<sup>2</sup>-coeficiente de determinação

**Fonte:** Elaboração dos Autores

Semelhante ao ocorrido com a MS, todas as digestibilidades estimadas para a MO (Tabela 8), diferiram ( $P < 0,05$ ) entre  $2\% h^{-1}$  e  $5\% h^{-1}$  de taxa de passagem. A digestibilidade *in vitro* em relação à total da MO diferiu entre as taxas de passagem em todos os tratamentos, o que evidencia a importância da degradação sobre a digestão total, visto que, menores tempos de permanência ruminal, proporcionam maiores digestibilidades intestinais *in vitro*.

**Tabela 8** – Digestibilidades e degradação da matéria orgânica (MO) entre as taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e  $8\% h^{-1}$ , dentro de tratamentos, em %.

Taxa % $h^{-1}$	DIGTotal MO				DEGTotal MO			
	0	25	50	75	0	25	50	75
2	76,30 A	76,96 A	80,85 A	80,53 A	73,05 A	74,50 A	78,15 A	78,04 A
5	62,44 B	67,73 B	69,54 B	69,07 B	52,32 B	55,46 B	60,08 B	60,12 B
8	59,88 B	61,56 B	63,94 B	62,43 B	42,18 C	46,43 B	49,44 B	47,63 B
CV	6,02	5,51	6,62	6,36	7,13	8,82	12,73	10,56
	DIVAT MO				DIV MO			
	0	25	50	75	0	25	50	75
2	4,31 A	3,25 A	3,38 A	3,16 A	12,00 A	9,43 A	12,33 A	11,34 A
5	16,14 B	18,23 B	14,05 B	13,17 B	21,43 B	27,10 B	23,15 B	22,17 B
8	29,66 C	24,71 C	23,19 C	24,26 C	30,56 C	28,15 B	28,11 B	28,00 C
CV	19,80	32,45	52,75	37,05	19,95	25,90	18,94	13,91

Digestibilidade total (DIGTotal), degradação total (DEGTotal), digestibilidade intestinal *in vitro* em relação à digestão total (DIVAT), digestibilidade intestinal *in vitro* (DIV); Letras diferentes na mesma coluna diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey; CV-coeficiente de variação

**Fonte:** Elaboração dos Autores.

Os tratamentos que continham torta de nabo forrageiro, não apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ) para a DEGTotal da MO entre  $5\% h^{-1}$  e  $8\% h^{-1}$  de taxa de passagem. Isto mostra que, o desaparecimento da MO dessas rações, mesmo em um menor tempo de permanência no rúmen, 12 horas ( $8\% h^{-1}$ ), proporcionado pela rápida degradabilidade da torta de nabo, contribuiu para a semelhança entre essas taxas. Este comportamento não foi constatado para a ração somente com farelo de algodão, onde a DEGTotal da MO foi diferente para as três taxas de passagem. Tal fato também ocorreu com a DEGTotal observada para a MS.

Os valores de DIGTotalMO para  $8\% h^{-1}$  de taxa de passagem das rações somente com farelo de algodão, com 25 e 50% de substituição da PB do farelo pela PB da torta de nabo, foram semelhantes aos resultados de digestibilidade *in vitro* divulgados por Fortaleza et al. (2013) para as rações com 0, 2 e 4% de inclusão de torta de nabo forrageiro, 62,11, 62,66 e 63,96%, respectivamente, porém foram superiores para a ração com 75% de substituição, quando comparada com 8% de inclusão, 56,11%, dos mesmos autores.

Barbero et. al. (2007), declararam coeficientes de digestibilidade da MO estimados por meio da FDAI variando de 63,25 a 66,76% em rações com substituição do farelo de soja por torta de nabo forrageiro nos teores de 0, 25, 50, 75 e 100%, e apontam que o menor consumo e digestibilidade da MO encontrados para o tratamento com 100% de torta de nabo, deve-se ao maior teor de extrato etéreo do mesmo. Este fato não foi verificado, neste estudo, pois o maior limite de inclusão foi 75% de

resíduo de nabo, substituindo a proteína do farelo de algodão, onde o extrato etéreo máximo foi 5,08% o que segundo Staples et al. (2001), não prejudica os parâmetros ruminais e desempenho animal.

As digestibilidades totais, digestibilidades *in vitro*, digestibilidades *in vitro* em relação á total, assim como a degradação total da proteína bruta, não foram influenciadas pela substituição da PB do farelo de algodão pela PB da torta de nabo forrageiro, em nenhuma das três taxas de passagem analisadas neste estudo (Tabela 9).

**Tabela 9** - Digestibilidade total (DIGTotal), degradação total (DEGTotal), digestibilidade intestinal *in vitro* em relação à digestão total (DIVAT) e digestibilidade intestinal *in vitro* da proteína bruta (PB) para taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup>, em %.

		Proteína bruta da torta de nabo forrageiro (%)				CV (%)	ER
		0	25	50	75		
2% h <sup>-1</sup>	DIGTotal	90,21	88,10	91,09	91,98	3,29	Ŷ = 90,34
	DEGTotal	80,31	80,27	81,97	86,17	3,20	Ŷ = 82,18
	DIVAT	11,03	8,87	10,04	6,34	22,57	Ŷ = 9,07
	DIV	50,48	39,92	48,60	40,27	21,22	Ŷ = 44,82
5% h <sup>-1</sup>	DIGTotal	84,20	82,91	84,10	85,80	2,82	Ŷ = 84,25
	DEGTotal	52,86	61,45	62,87	64,74	12,30	Ŷ = 60,48
	DIVAT	37,13	26,07	25,63	24,50	28,09	Ŷ = 28,33
	DIV	64,50	55,97	57,62	58,34	10,55	Ŷ = 59,11
8% h <sup>-1</sup>	DIGTotal	78,52	78,77	80,73	82,40	2,21	Ŷ = 80,10
	DEGTotal	45,97	51,57	54,97	59,69	11,83	Ŷ = 53,05
	DIVAT	41,60	34,37	32,50	27,97	24,73	Ŷ = 34,11
	DIV	59,96	54,51	56,38	55,77	11,44	Ŷ = 56,65

CV-coeficiente de variação; ER-equação de regressão

**Fonte:** Elaboração dos Autores.

Barbero et al. (2007) relataram valores crescentes variando de 71,01 a 73,68% para a digestibilidade total da PB de rações com resíduo de nabo em substituição ao farelo de soja, mas de modo geral os resultados deste estudo foram superiores em todas as taxas de passagem. Geron et al. (2007), relataram valores de digestibilidade *in vitro* da PB utilizando a técnica de três estádios com 16 horas de incubação ruminal para resíduos de cervejaria úmido e fermentado, farelo de soja, de 70,5; 72,5 e 91,7% respectivamente.

Londoño Hernandez et al. (2002), relataram 60,00% de digestibilidade *in vitro* da PB não degradada no rúmen para a silagem de milho, e afirmam, assim como, Branco et al. (2006) e Marcondes et al. (2009) que a técnica de três estádios, prediz com eficiência a digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen.

A DIGTotal da PB diminuiu com a elevação das taxas de passagem, diferindo (P<0,05) entre 2% h<sup>-1</sup> e 8% h<sup>-1</sup>, porém, a variável para a taxa de 5% h<sup>-1</sup> foi semelhante as outras. A DEGTotal da PB também diminuiu com a elevação das taxas de passagem, sendo que os menores valores foram encontrados para as taxas de 5 e 8% h<sup>-1</sup>, devido aos menores tempos de permanência no rúmen (Tabela 10).

As menores DIVAT da PB foram encontradas para a 2% h<sup>-1</sup> de taxa de passagem e as maiores para 8% h<sup>-1</sup>, sendo esta semelhante aos valores encontrados para 5% h<sup>-1</sup>. Estes resultados estão coerentes, pois as degradações ocorridas para as taxas de 5 e 8% h<sup>-1</sup> foram semelhantes, então provavelmente quantidades semelhantes de material escaparam da degradação ruminal para serem digeridas pelas enzimas.

Tal fato pode ser evidenciado nas DIV, pois estas foram semelhantes entre as taxas de passagem para os tratamentos com 0, 25 e 50% de substituição, havendo diferença somente no tratamento com 75% de substituição entre as taxas 2% h<sup>-1</sup> e 5% h<sup>-1</sup>, sendo esta última semelhante á outra.

**Tabela 10** – Digestibilidades e degradação da proteína bruta (PB) entre as taxas de passagem no rúmen de 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup>, dentro de tratamentos, em %.

Taxa % h <sup>-1</sup>	DIGTotal PB				DEGTotal PB			
	0	25	50	75	0	25	50	75
2	90,21 A	88,10 A	91,09 A	91,88 A	80,31 A	80,27 A	81,97 A	86,17 A
5	84,20 AB	82,91 AB	84,10 AB	85,80 AB	52,86 B	61,45 B	62,87 AB	64,74 B
8	78,52 B	78,77 B	80,73 B	81,40B	45,97 B	51,57 B	54,97 B	59,69 B
CV	3,82	5,46	4,99	3,72	14,92	13,36	15,74	12,29
	DIVAT PB				DIV PB			
2	11,03 A	8,87 A	10,04 A	6,34 A	50,48 A	39,92 A	48,56 A	40,28 A
5	37,13 B	26,07 AB	25,63 AB	24,50 B	64,50 A	55,97 A	57,62 A	58,34 B
8	41,60 B	34,37 B	32,50 B	27,97 B	59,96 A	54,51 A	56,38 A	55,77 AB
CV	34,22	42,84	44,61	41,57	13,41	23,49	15,41	16,75

Digestibilidade total (DIGTotal), degradação total (DEGTotal), digestibilidade intestinal *in vitro* em relação à digestão total (DIVAT), digestibilidade intestinal *in vitro* (DIV); Letras diferentes na mesma coluna diferem (P<0,05) pelo teste Tukey; CV-coeficiente de variação

**Fonte:** Elaboração dos Autores.

A substituição da PB do farelo de algodão pela PB da torta de nabo forrageiro, não influenciou os teores de proteína não degradável no rúmen digestível (PNDR<sub>D</sub>) entre tratamentos independentemente da taxa de passagem (Tabela 11).

**Tabela 11** - Teores de proteína bruta (PB), proteína degradável no rúmen (PDR), proteína não degradável no rúmen (PNDR) em (%) e proteína não degradável no rúmen digestível (PNDR<sub>D</sub>) em (g kg<sup>-1</sup> de MS).

		Proteína bruta da torta de nabo forrageiro (%)				CV (%)	ER
		0	25	50	75		
	PB (%)	10,55	10,94	11,07	12,16		
TP 2% h <sup>-1</sup>	PDR	67,74	69,50	71,52	76,98		
	PNDR	32,26	30,50	28,48	23,02		
	PNDR <sub>D</sub>	17,16 a	13,23 a	15,63 a	11,44 a	19,45	Ŷ = 14,37
TP 5% h <sup>-1</sup>	PDR	54,56	57,10	59,70	67,41		
	PNDR	45,44	42,90	40,30	32,59		
	PNDR <sub>D</sub>	26,59 ab	24,48 ab	23,50 ab	19,48 ab	12,04	Ŷ = 23,51
TP 8% h <sup>-1</sup>	PDR	47,33	50,78	53,53	61,52		
	PNDR	52,67	49,22	46,47	38,48		
	PNDR <sub>D</sub>	33,41 b	29,02 b	29,04 b	26,17 b	14,26	Ŷ = 29,41
CV(%)		21,90	26,06	22,18	24,92		

CV-coeficiente de variação; ER-equação de regressão; Letras diferentes na mesma coluna diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

**Fonte:** Elaboração dos Autores.

Para as taxas de passagem, em todos os tratamentos, os teores de PNDR<sub>D</sub> encontrados diferiram (P<0,05), entre as taxas de 2% h<sup>-1</sup> e 8% h<sup>-1</sup>, sendo os valores encontrados para a taxa de passagem de 5% h<sup>-1</sup>, semelhantes às outras. Visto que, as menores quantidades de proteína degradáveis no rúmen para taxas de passagem mais elevadas, possibilitam maiores quantidades de proteína passante, e consequentemente maiores teores de proteínas possíveis de serem digeridas no intestino.

Numericamente é possível notar, que os menores valores de PNDR, foram encontrados para os tratamentos com maiores teores de torta de nabo forrageiro. Assim como para os valores de PNDR<sub>D</sub>, mesmo não diferindo estatisticamente. Isto pode ser devido, além das menores proporções de proteína passante, não degradável no rumén, em função da inclusão de torta de nabo forrageiro, a uma menor digestibilidade intestinal da mesma.

Tal fato está de acordo com dados divulgados por Couto et al. (2010), onde em estudo com 16 horas de incubação ruminal, obteve teores de PNDR para a torta de nabo forrageiro no valor de 16,69%, e para o farelo de algodão de 25,73%, ao passo que a digestibilidade da PNDR<sub>D</sub> foi 7,09% para a torta de nabo e 13,57% para o farelo de algodão, porém este alimento estudado pelos autores, apresentou elevado teor proteico, 47,73% e menores valores de FDN e FDA, quando comparados com o utilizado neste ensaio.

### Conclusões

Verificou-se, que a substituição do farelo de algodão por torta de nabo forrageiro, com base na PB, de maneira geral, contribuiu para elevações das degradabilidades efetivas da MS, MO e PB, das rações estudadas. No entanto, as diferenças encontradas, entre as rações estudadas, para bovinos

adultos, nos limites propostos neste estudo, não desestimulam sua utilização, visto que, as digestibilidades totais, não sofreram influência.

Contudo, mais estudos são necessários para viabilizar o uso da torta de nabo forrageiro, principalmente em outras categorias de animais, como bezerros ou novilhos em crescimento, incluindo o desempenho produtivo com o uso deste coproduto.

### Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL-AFRC. Energy and protein requirements of ruminants. **Wallingford, UK: CAB International**. P.119, 1993.
- BARBERO, R. P.; SILVA, L. D. F.; MASSARO JUNIOR, F.; FORTALEZA, A. P. S.; CASTRO, V. S.; ALVES, K. R.; FREITAS JUNIOR, J. G. 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: ZOOTEC 2007, Londrina. **Anais...** Londrina. 2007.
- BERAN, F. H. B.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A. CASTRO, V. S.; CORREA, R. A.; KAGUEIAMA, E. O.; ROCHA, M. A. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 3, p. 405-418, 2005.
- BRÁS, P. **Caracterização nutricional de co-produtos da extração de óleo em grãos vegetais em dietas de ovinos**. 2011. 75f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) – Instituto de Zootecnia. APTA/SAA. Nova Odessa.
- BRANCO, A. F.; CONEGLIAN, S. M.; MAIA, F. J.; GUIMARÃES, K. C. Digestibilidade intestinal verdadeira de alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1788-1795, (supl.), 2006.
- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; MALAFAIA, P. A. M.; LANA, R. P.; COELHO da SILVA, J. F.; VIEIRA, R. A. M.; PEREIRA, E. S. Estimação da digestibilidade intestinal da proteína de alimentos por intermédio da técnica de três estádios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 546-552, 2001.
- CARDOSO, T. J de L. **Caracterização nutricional de tortas de oleaginosas e avaliação de diferentes inóculos para digestibilidade *in vitro* de alimentos**. 2013. 71f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados. UFGD. Dourados.
- CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. A three-step *in vitro* procedure for estimating intestinal digestion of protein ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 5, p. 1459-1465, 1995.
- COELHO da SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979, 380p.
- COLLAO-SAENZ, E. A.; CASTRO, A. L. A.; BANYS, V. L.; SIMÕES JUNIOR, S. C.; DAVID, F. M. Degradabilidade ruminal *in situ* de co-produtos da indústria de biodiesel-torta de girassol e torta de nabo forrageiro. In: ZOOTEC 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia. 2009.
- COUTO, G. S.; SILVA FILHO, J. C.; CORRÊA, A. D.; SILVA, E. A.; PARDO, R. M. P. Degradabilidade ruminal da matéria seca de co-produtos da indústria de biodiesel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47. 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA. [2010]. (CD-ROM)
- DOMINGUES, A. R.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A.; CASTRO, V. S.; BARBOSA, M. A. A.; MORI, R. M.; VIEIRA, M. T. L.; OLIVEIRA da SILVA, J. A. Consumo, parâmetros ruminais e concentração de uréia plasmática em novilhos com diferentes níveis de torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1061-1072, 2010.

- EZEQUIEL, J. M. B.; SOARES, W. V. B.; SEIXAS, J. R. C. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca, nitrogênio e fibra em detergente ácido de dietas completas contendo farelo de algodão, uréia ou amiréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.236-241, 2001.
- FORTALEZA, A. P. S.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A.; BARBERO, R. P.; MASSARO JUNIOR, F. L.; SANTOS, A. X.; CASTRO, V. S.; CASTRO, F. A. B. Degradabilidade ruminal *in situ* dos componentes nutritivos de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.2, p. 481-496, 2009.
- FORTALEZA, Ana Paula de Souza. **Torta de Nabo Forrageiro: Valor Nutritivo, Ingestão, Desempenho e Características de Carcaça e da Carne de Novilhas ½ Limousin + ½ Nelore**. 2011. 97f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.
- FORTALEZA, A. P. S.; SILVA, L. D. F.; BARBERO, R. P.; BARBOSA, M. A. A.; PRADO, M. R.; CALSAMIGLIA, S. B. Efeito da torta de nabo forrageiro sobre a cinética de fermentação e degradação ruminal *in vitro*. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 237, p. 131-142, 2013.
- GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; ERKE, J. A.; PRADO, O. P. P.; JACOBI, G. Caracterização, fracionamento protéico, degradabilidade ruminal e digestibilidade *in vitro* da matéria seca e proteína bruta do resíduo de cervejaria úmido e fermentado. **Acta Sci. Anim. Sci.** v. 29, n. 3, p. 291-299, 2007.
- LONDOÑO HERNÁNDEZ, F. I.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P.; MANCIO, A. B.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; VALADARES, R. F. D.; MAGALHÃES, K. A.; REIS, S. L. R. Avaliação de dois métodos *in vitro* para determinar a cinética ruminal e a digestibilidade intestinal da proteína de vários alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 256-266, 2002.
- MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; COSTA e SILVA, L. F.; FONSECA, M. A. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 11, p. 2247-2257, 2009.
- MELLO, D. F.; FRANZOLIN, R.; FERNANDES, L. B.; FRANCO, A. V. M.; ALVES, T. C. Avaliação do resíduo de nabo forrageiro extraído da produção de biodiesel como suplemento para bovinos de corte em pastagens. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, n.1, p. 45-56. 2008.
- MIZUBUTI, I. Y.; PINTO, A. P.; PEREIRA, E. S.; OLIVEIRA, B. M. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para ruminantes**. Londrina: EDUEL. 2009. 226p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. (update 2001) National Academy Press, Washington, DC. 363p. CD-ROM.
- ORSKOV, E. R.; Mc.DONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agriculture Science**, v.92, p. 499-503, 1979.
- SLUSZZ, T.; MACHADO, J.A.D. **Características das potenciais culturas matérias-primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar**. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. Anais... Disponível em: < <http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/032.pdf>>. Acesso em: 01/09/2014.
- SNIFFEN, C. J; O'CONNOR, J. D; VAN SOEST, P. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n.3, p. 3562 -3577, 1992.
- STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W.; MATTOS, R. Estratégias de suplementação de gordura em dietas de vacas em lactação. In: SINLEITE, 2, Lavras, **Anais...** Lavras: UFLA, p.179-198, 2001.
- VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SINLEITE, 2, Lavras, **Anais...**Lavras: UFLA, p.229-247, 2001.

## **CONCLUSÕES GERAIS**

Os resultados indicam que a substituição do farelo de algodão por torta de nabo forrageiro, nos limites propostos neste estudo, pode ser uma alternativa viável, quando a torta de nabo apresentar menores custos em relação ao farelo de algodão. Pois, as estimativas de consumo, degradação e digestibilidades, apontam que as rações com a presença da torta de nabo forrageiro, não prejudica os parâmetros de desempenho e produtividade animal.

**ANEXO**

## ANEXO A

### Normas da Revista Semina: Ciências Agrárias

#### **Categorias dos Trabalhos**

- a) Artigos científicos: no máximo 20 páginas incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas;
- b) Comunicações científicas: no máximo 12 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 16 citações e no máximo duas tabelas ou duas figuras ou uma tabela e uma figura;
- b) Relatos de casos: No máximo 10 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 12 citações e no máximo duas tabelas ou duas figuras ou uma tabela e uma figura;
- c) Artigos de revisão: no máximo 25 páginas incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas.

#### **Apresentação dos Trabalhos**

Os originais completos dos artigos, comunicações, relatos de casos e revisões podem ser escritos em português ou inglês no editor de texto Word for Windows, em papel A4, com numeração de linhas por página, espaçamento 1,5, fonte Times New Roman, tamanho 11 normal, com margens esquerda e direita de 2 cm e superior e inferior de 2 cm, respeitando-se o número de páginas, devidamente numeradas no canto superior direito, de acordo com a categoria do trabalho.

*Figuras (desenhos, gráficos e fotografias) e Tabelas* serão numeradas em algarismos arábicos e devem ser incluídas no final do trabalho, imediatamente após as referências bibliográficas, com suas respectivas chamadas no texto. Além disso, as figuras devem apresentar boa qualidade e deverão ser anexadas nos seus formatos originais (JPEG, TIF, etc) em “Docs Supl.” na página de submissão. Não serão aceitas figuras e tabelas fora das seguintes especificações: Figuras e tabelas deverão ser apresentadas nas larguras de 8 ou 16 cm com altura máxima de 22 cm, lembrando que se houver a necessidade de dimensões maiores, no processo de editoração haverá redução para as referidas dimensões.

**Observação:** Para as tabelas e figuras em qualquer que seja a ilustração, o título deve figurar na parte superior da mesma, seguida de seu número de ordem de ocorrência em algarismo arábico, ponto e o respectivo título.

Indicar a fonte consultada abaixo da tabela ou figura (elemento obrigatório). Utilizar fonte menor (Times New Roman 10).

Citar a autoria da fonte somente quando as tabelas ou figuras não forem do autor.

Ex: **Fonte:** IBGE (2014), ou **Source:** IBGE (2014).

#### **Preparação dos manuscritos**

##### **Artigo científico:**

Deve relatar resultados de pesquisa original das áreas afins, com a seguinte organização dos tópicos: Título; Título em inglês; Resumo com Palavras-chave (no máximo seis palavras, em ordem alfabética); Abstract com Key words (no máximo seis palavras, em ordem alfabética); Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão com as conclusões no final da discussão ou Resultados;

Discussão e Conclusões separadamente; Agradecimentos; Fornecedores, quando houver e Referências Bibliográficas. Os tópicos devem ser destacados em negrito, sem numeração, quando houver a necessidade de subitens dentro dos tópicos, os mesmos devem ser destacados em itálico e se houver dentro do subitem mais divisões, essas devem receber números arábicos. (Ex. **Material e Métodos**... *Áreas de estudo*...1. *Área rural*...2. *Área urbana*).

O trabalho submetido não pode ter sido publicado em outra revista com o mesmo conteúdo, exceto na forma de resumo em Eventos Científicos, Nota Prévia ou Formato Reduzido.

**A apresentação do trabalho deve obedecer à seguinte ordem:**

**1. Título do trabalho**, acompanhado de sua tradução para o inglês.

**2. Resumo e Palavras-chave:** Deve ser incluído um resumo informativo com um mínimo de 200 e um máximo de 400 palavras, na mesma língua que o artigo foi escrito, acompanhado de sua tradução para o inglês (*Abstract e Key words*).

**3. Introdução:** Deverá ser concisa e conter revisão estritamente necessária à introdução do tema e suporte para a metodologia e discussão.

**4. Material e Métodos:** Poderá ser apresentado de forma descritiva contínua ou com subitens, de forma a permitir ao leitor a compreensão e reprodução da metodologia citada com auxílio ou não de citações bibliográficas.

**5. Resultados e Discussão:** Devem ser apresentados de forma clara, com auxílio de tabelas, gráficos e figuras, de modo a não deixar dúvidas ao leitor, quanto à autenticidade dos resultados e pontos de vistas discutidos.

**6. Conclusões:** Devem ser claras e de acordo com os objetivos propostos no trabalho.

**7. Agradecimentos:** As pessoas, instituições e empresas que contribuíram na realização do trabalho deverão ser mencionadas no final do texto, antes do item Referências Bibliográficas.

**Observações:**

**Notas:** Notas referentes ao corpo do artigo devem ser indicadas com um símbolo sobrescrito, imediatamente depois da frase a que diz respeito, como notas de rodapé no final da página.

**Figuras:** Quando indispensáveis figuras poderão ser aceitas e deverão ser assinaladas no texto pelo seu número de ordem em algarismos arábicos. Se as ilustrações enviadas já foram publicadas, mencionar a fonte e a permissão para reprodução.

**Tabelas:** As tabelas deverão ser acompanhadas de cabeçalho que permita compreender o significado dos dados reunidos, sem necessidade de referência ao texto.

**Grandezas, unidades e símbolos:**

- a) Os manuscritos devem obedecer aos critérios estabelecidos nos Códigos Internacionais de cada área.
- b) Utilizar o Sistema Internacional de Unidades em todo texto.
- c) Utilizar o formato potência negativa para notar e inter-relacionar unidades, e.g.: kg ha<sup>-1</sup>. Não inter-relacione unidades usando a barra vertical, e.g.: kg/ha.

- d) Utilizar um espaço simples entre as unidades, g L<sup>-1</sup>, e não g.L<sup>-1</sup> ou gL<sup>-1</sup>.
- e) Usar o sistema horário de 24 h, com quatro dígitos para horas e minutos: 09h00, 18h30.

### **8. Citações dos autores no texto**

Deverá seguir o sistema de chamada alfabética seguidas do ano de publicação de acordo com os seguintes exemplos:

- a) Os resultados de Dubey (2001) confirmaram que ....
- b) De acordo com Santos et al. (1999), o efeito do nitrogênio.....
- c) Beloti et al. (1999b) avaliaram a qualidade microbiológica.....
- d) [...] e inibir o teste de formação de sincício (BRUCK et al., 1992).
- e) [...]comprometendo a qualidade de seus derivados (AFONSO; VIANNI, 1995).

### **Citações com dois autores**

Citações onde são mencionados dois autores, separar por ponto e vírgula quando estiverem citados dentro dos parênteses.

Ex: (PINHEIRO; CAVALCANTI, 2000).

Quando os autores estiverem incluídos na sentença, utilizar o (e)

Ex: Pinheiro e Cavalcanti (2000).

### **Citações com mais de dois autores**

Indicar o primeiro autor seguido da expressão et al.

Dentro do parêntese, separar por ponto e vírgula quando houver mais de uma referência.

Ex: (RUSSO et al., 2000) ou Russo et al. (2000); (RUSSO et al., 2000; FELIX et al., 2008).

**Para citações de diversos documentos de um mesmo autor**, publicados no mesmo ano, utilizar o acréscimo de letras minúsculas, ordenados alfabeticamente após a data e sem spacejamento.

Ex: (SILVA, 1999a, 1999b).

**As citações indiretas de diversos documentos de um mesmo autor**, publicados em anos diferentes, separar as datas por vírgula.

Ex: (ANDRADE, 1999, 2000, 2002).

**Para citações indiretas de vários documentos de diversos autores**, mencionados simultaneamente, devem figurar em ordem alfabética, separados por ponto e vírgula.

Ex: (BACARAT, 2008; RODRIGUES, 2003).

**9. Referências:** As referências, redigidas segundo a norma NBR 6023, ago. 2000, e reformulação número 14.724 de 2011 da ABNT, deverão ser listadas na ordem alfabética no final do artigo. **Todos os autores participantes dos trabalhos deverão ser relacionados, independentemente do número de participantes.** A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo, bem como opiniões, conceitos e afirmações são da inteira responsabilidade dos autores.

**Observação:** Consultar os últimos fascículos publicados para mais detalhes de como fazer as referências do artigo.

As outras categorias de trabalhos (Comunicação científica, Relato de caso e Revisão) deverão seguir as mesmas normas acima citadas, porém, com as seguintes orientações adicionais para cada caso:

### **Comunicação científica**

Uma forma concisa, mas com descrição completa de uma pesquisa pontual ou em andamento (nota prévia), com documentação bibliográfica e metodologias completas, como um artigo científico regular. Deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key words; Corpo do trabalho sem divisão de tópicos, porém seguindo a sequência - introdução, metodologia, resultados e discussão (podem ser incluídas tabelas e figuras), conclusão e referências bibliográficas.

### **Relato de caso**

Descrição sucinta de casos clínicos e patológicos, resultados inéditos, descrição de novas espécies e estudos de ocorrência ou incidência de pragas, microrganismos ou parasitas de interesse agrônomo, zootécnico ou veterinário. Deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key words; Introdução com revisão da literatura; Relato do (s) caso (s), incluindo resultados, discussão e conclusão; Referências Bibliográficas.

### **Artigo de revisão bibliográfica**

Deve envolver temas relevantes dentro do escopo da revista. O número de artigos de revisão por fascículo é limitado e os autores somente poderão apresentar artigos de interesse da revista mediante convite de membro(s) do comitê editorial da Revista. No caso de envio espontâneo do autor (es), é necessária a inclusão de resultados relevantes próprios ou do grupo envolvido no artigo, com referências bibliográficas, demonstrando experiência e conhecimento sobre o tema.

O artigo de revisão deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key words; Desenvolvimento do tema proposto (com subdivisões em tópicos ou não); Conclusões ou Considerações Finais; Agradecimentos (se for o caso) e Referências Bibliográficas.