



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

VALDECIR DE SOUZA CASTRO

**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**

Londrina
2009

VALDECIR DE SOUZA CASTRO

**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**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

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

Londrina
2009

VALDECIR DE SOUZA CASTRO

**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**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leandro das Dores Ferreira da Silva
Universidade Estadual de Londrina (UEL)

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

Prof. Dr. Marco Aurélio Alves de Freitas Barbosa
Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Londrina, 30 de Janeiro de 2009.

CASTRO, Valdecir de Souza. **Comportamento Ingestivo e Metabólico de Bovinos de Corte Alimentados com Rações Contendo Diferentes Níveis de Torta de Nabo Forrageiro em Substituição ao Farelo de Soja.** 2009. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

RESUMO

O Brasil se destaca internacionalmente por ser um País detentor do maior rebanho bovino comercial do mundo, tendo ainda como vantagens o clima, genética, áreas a serem exploradas, tecnologia, entre outros. Estes fatores tornam Brasil um dos poucos países do mundo que poderá obter avanços consideráveis na área da pecuária nos próximos anos, justificada pela utilização de alternativas para a produção de bovinos. A suplementação animal é uma das formas de alcançar excelentes índices zootécnicos. Desta forma, a utilização de co-produtos na nutrição bovinos vem de encontro a este objetivo. Após a implantação do PNPB (Programa Nacional de Produção de Biodiesel) pelo governo federal, embasada no aumento dos preços do petróleo, bem como pela diminuição de suas reservas mundiais, redução de poluentes e atendimento a fatores sociais, promoveu de maneira direta uma influência positiva na sociedade como um todo. A denominação biodiesel é derivada de produto obtido a partir de um processo de transesterificação, reação esta realizada com a mistura de um lipídio de origem vegetal ou animal com álcool, através de um catalisador que pode ser ácido, básico ou enzimático. Como produtos finais de reação, têm-se: ésteres, glicerol e a torta ou farelo. Dentre as fontes disponíveis para a produção do biodiesel, o nabo forrageiro é uma opção que vêm ganhando destaque pelas suas características agrônomicas. O nabo forrageiro é uma planta utilizada na adubação verde de inverno, rotação de culturas e recentemente na nutrição animal. Até o presente momento, sua aplicação quase que exclusivamente se restringia como adubo verde por não haver informações que viabilizassem sua utilização em outras cadeias produtivas. Devido à disponibilidade da torta e do farelo de nabo forrageiro no mercado, alguns centros de pesquisa começaram a avaliar a utilização destes co-produtos na nutrição de bovinos. Estes trabalhos mostraram que a torta e o farelo de nabo forrageiro são passíveis de serem utilizados, entretanto mais informações são necessárias para caracterizar o perfil ingestivo e metabólico que estes co-produtos possam causar na produção de bovinos. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de cinco níveis de substituição do farelo de soja pela torta de nabo forrageiro no concentrado, sobre o consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido, pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no líquido ruminal e uréia plasmática em bovinos de corte mantidos em regime de manutenção. As rações foram isoprotéicas (6,5 %PB) e isoenergéticas (50,0 %NDT), utilizando-se a silagem de cana-de-açúcar *in natura* como volumoso (85,5% da MS). Foram utilizados cinco animais machos, castrados, ½ sangue Simental-Nelore, com peso médio de 610 kg e 36 meses de idade, todos fistulados no rúmen. Os níveis de substituição do farelo de soja pela torta de nabo forrageiro foram: 0 (controle), 25, 50, 75 e 100%, com base na representação protéica do farelo de soja na dieta controle. Cada período experimental teve duração de 19 dias. O experimento foi conduzido em um delineamento experimental em quadrado latino 5 x 5, sendo 5 animais e 5 períodos. Não foi verificado efeito significativo para o consumo de matéria seca de 1,52; 1,58; 1,55; 1,41, 1,08 %PV, correspondentes aos níveis 0, 25, 50 e 100%. Houve redução acentuada do consumo da ração contendo 100% de torta de nabo forrageiro (1,08%PV), o que refletiu na alteração do pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal e no nitrogênio uréico plasmático (NUP). Portanto, a utilização de torta de nabo forrageiro pode substituir o farelo de soja na dieta de bovinos mantidos em regime de manutenção, em até 75%.

Palavras-chaves: Biodiesel. Bovinos. Co-produto. Nabo forrageiro.

CASTRO, Valdecir de Souza. **Ingestive Behavior and Metabolic of Beef Cattle Fed Diets with Different Levels of Turnip Forage Cake in Replacement to Soybean Meal.** 2009. 51p. Dissertation (Master`s Degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

ABSTRACT

The Brazil if internationally detaches as a Country catch of larger cattle bovine commercial of the world, by having still as advantages the climate, genetic, areas the be exploited, technology, among others. These factors turn Brazil one of the few countries of the world that will can to obtain advances considerable in the area of cattle breeding in the years to come, righteous by utilization of alternatives for the production of bovine. The practice of supplement animal is one of the forms of to reach excellent productive numbers. At that rate, the utilization of byproducts in the bovine nutrition comes against this objective. After the implantation of NBPP (National Biodiesel Production Program) from the federal government, fundamental in the rise in prices of coal-oil, and by decrease of your reserves world, abatement of pollutant and attendance the factors social, did promote in a way air-line an absolute clout on society as a whole. The denomination biodiesel is branched of obtained commodity as from a process of reactions, regency this accomplished with the blending of a lipid plants or animal with alcohol, across an accelerant able to be acid, basic or enzymatic. As ware finales of reaction have: ester, glycerol and the cake or meal. The available source for the production of biodiesel, the turnip cake is one option that come by earning detach for the agronomic characteristics. The turnip forage is a plants utilized in the green fertilization winter, crop rotation and fresh in the nutrition animal. Until the present instant, hers application were exclusively as adobe verdant by lack information about hers utilization in other production systems. Due to availability of cake and meal of turnip forage in the market, some centers of research began to evaluate the utilization of theses by-products in the bovine breeding. These works showed that the cake and meal of turnip forage can be utilized in bovines nutrition, however more information are need for characterize the ingestive behavior and metabolic these by-products can to cause in the production of bovine. The objective of this study was to assess the effects of five substitution levels of soybean meal by turnip forage cake in the concentrate, on dry matter intake (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (NDA), pH and ammonia nitrogen (N-NH₃) in the rumen liquid and plasmatic urea nitrogen (PUN) in beef steer. The diets were isoprotein (6.5 % PB) and isoenergetic (50.0% NDT), using in natura sugarcane silage as the only forage (85,5 %DM). Five castrated males were used, 1/2 simental x nelore cross, with average weight of 610 kg and 36 months old, all fistulated in the rumen. The different levels of replacement were: 0, 25, 50, 75 and 100%, based on CP responsible of soybean meal of diet. Each experimental period lasted 19 days. The experiment was carried out in a 5x5 Latin square experimental design, with five animals and five periods. Did not found significant effect for DM intake % of body weight (%BW) 1.52, 1.52, 1.58, 1.55; 1.41, and 1.08, of levels 0, 25, 50 and 75%, respective. Had accented reduction of dry matter intake DMI of level 100% of turnip forage cake in ration (1.08%BW), what did reflect in the alteration of pH, N-NH₃ and PUN. Therefore, the utilization of turnip forage cake, can substitute the soybean meal in the ration of bovine breeding in diet of maintenance, in until 75%.

Keywords: Biodiesel. Bovines. By-product. Turnip forage cake.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores nutricionais dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais (% na matéria seca).....	32
Tabela 2 – Composição e valor nutricional das dietas experimentais (% na matéria seca).....	33
Tabela 3 – Médias obtidas do consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com os níveis de substituição.....	37
Tabela 4 – Equação de regressão ajustadas e R^2 dos diferentes parâmetros de consumos da matéria seca (MO), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com os níveis de substituição.....	40
Tabela 5 – Valores médios de pH do líquido ruminal dos animais antes (0 horas) e após o fornecimento das dietas (2, 4, 6 e 8 horas).....	42
Tabela 6 – Valores médios de nitrogênio amoniacal (N-NH ₃ mg/dl) no líquido ruminal dos animais antes (0 horas) e após o fornecimento das dietas (2, 4, 6 e 8 horas)	44
Tabela 7 – Valores médios de nitrogênio uréico plasmático (NUP mg/dl) dos animais antes (0 horas) e após o fornecimento das dietas (2, 4, 6 e 8 horas)	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cronograma de evolução do PNPB	12
Figura 2 – Biodiesel: Éster produzido na reação de transesterificação	12
Figura 3 – Produção Nacional de Biodiesel Puro (B100)	14

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO De LITERATURA	10
2.1 BIODIESEL	10
2.2 NABO FORRAGEIRO – COBERTURA DE SOLO	15
2.3 NABO FORRAGEIRO – NUTRIÇÃO DE BOVINOS	17
3 LITERATURA CITADA	21
4 OBJETIVOS	25
4.1 OBJETIVO GERAL.....	25
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
ARTIGO – 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	26
RESUMO	26
ABSTRACT	27
5 INTRODUÇÃO	28
6 MATERIAL E MÉTODOS	31
6.1 LOCAL, ANIMAIS E PERÍODO.....	31
6.2 TRATAMENTOS	31
6.3 COLETA DE AMOSTRAS.....	33
6.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
8 CONCLUSÕES	50
9 LITERATURA CITADA	51

1 INTRODUÇÃO

Na tentativa de mostrar o cenário nacional no que diz respeito à cadeia produtiva de carne bovina, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento coloca, segundo suas estimativas, que o Brasil é o país com o maior rebanho comercial do mundo com cerca de 207.157.00 cabeças (BRASIL, 2005a). Neste sentido, o IBGE (2006) fazendo um levantamento territorial do Brasil, juntamente aos setores do agronegócio, mostra que o Brasil possui aproximadamente 350 milhões de ha, assim distribuídas: 173 milhões de pastagens, 100 milhões de matas e florestas e 77 milhões destinados a prática de lavoura.

De posse destas informações, visualiza-se a grande representabilidade das áreas destinadas à pecuária no Brasil. Entretanto, Zimmer e Euclides Filho (1997), avaliando vários índices zootécnicos da pecuária de corte, relataram que a idade média ao abate dos bovinos no Brasil era de aproximadamente quatro anos, Mostrando desta forma a necessidade de utilização de novas tecnologias para que os pecuaristas obtenham animais para o abate aos 2 anos de idade.

Na tentativa de abater animais mais precoces, vários pecuaristas adotam a prática do confinamento dos animais. Esta prática é muitas vezes adotada pelas maiores dificuldades dos produtores de carne bovina em manejar os pastos adequadamente, tanto do ponto de vista em fertilidade do solo, quanto do correto manejo do pastejo. Além disto, é também notório que há anseio dos pecuaristas em proporcionar ao mercado animais precoces para abate, obter maiores lucros em pequenas áreas, regular o mercado com o fornecimento de grandes quantidades de animais abatidos e atender parte do mercado consumidor exigente em animais jovens com qualidade de carne comprovada. Este sistema é caracterizado pelo grande consumo de suplementos pelos animais em um curto espaço de tempo para a obtenção de peso ao abate de aproximadamente 450 kg.

Na tentativa de ponderar alguns fatores sobre a produção de bovinos a pasto sob o ponto do manejo corretos das variedades utilizadas no Brasil, Oliveira e Barbosa (2007) ressaltaram que normalmente, no meio rural, o insignificante desempenho de bovinos em pastejo é justificado pela baixa qualidade e baixo rendimento forrageiro, além é claro, pela sazonalidade de produção.

A produção de bovinos a pasto é inegavelmente umas das formas mais claras de obtenção da melhor relação benefício/custo quando pensamos no correto manejo do pastejo e a utilização de técnicas precisas no manejo das pastagens, logo é de extrema

importância o conhecimento da disponibilidade de forragem e da estrutura do pasto no desempenho animal.

Um dos fatores que promovem baixa resposta produtiva no que tange ao desempenho de bovinos criados a pasto, certamente é a alteração da qualidade e do valor nutricional provocado pela sazonalidade da disponibilidade de água para o seu crescimento. Neste sentido, a obtenção da redução do intervalo de partos, diminuição da idade ao primeiro parto e do abate aos 24 meses ficam cada vez mais distantes de uma realidade almejada entre os técnicos e os pecuaristas. Portanto, a maior precocidade dos sistemas de produção de carne a pasto só será alcançado se houver um ajuste nutricional entre a curva sazonal de oferta das pastagens com a curva crescente de demanda do animal por nutrientes. E isto só é possível por meio do uso da suplementação alimentar (THIAGO, 1999).

A nutrição representa em torno 70% dos custos totais na produção de bovinos, sendo que o milho e a soja são tidos como os principais ingredientes utilizados nas rações. Com isso, tem se buscado formas que possam diminuir os custos, onde as alternativas representam melhores oportunidades. Dentre os diversos produtos que podem substituir a soja estão os co-produtos derivados das matérias primas utilizados na produção do biodiesel.

A utilização das tortas destas oleaginosas na alimentação animal tem despertado o interesse de vários produtores, que em certos casos fornecem este alimento aos animais mesmo sem saber informações básicas, como sua composição química, quantidade a ser fornecida e limitação de consumo (NEIVA JUNIOR et al., 2007).

O Brasil possui enorme quantidade de resíduos e subprodutos das agroindústrias com grande potencial de uso na alimentação de ruminantes. As limitações para a transformação destes em produtos para alimentação animal estão ligadas à deficiência e/ou a desequilíbrios nas características nutricionais e aos custos com a coleta, o transporte e/ou tratamentos e processamentos necessários para melhoria de seu valor nutritivo (BURGI, 1992).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 BIODIESEL

A grande oscilação nos preços de fontes de energia não renováveis derivadas do petróleo no comércio internacional, juntamente com questões ambientais e sociais, obrigaram de certa forma, o desenvolvimento de novas tecnologias e de se estudarem novas fontes de energia para suprir a demanda interna, buscando assim, a auto-suficiência na exploração e produção de energia para a sociedade como um todo.

Tal comportamento do governo federal é justificado pelo levantamento realizado pelo Instituto Internacional de Economia (MUSSA, 2003) em relatar que a demanda projetada de energia no mundo indica um aumento 1,7% ao ano, de 2000 a 2030, quando alcançará 15,3 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo por ano. O referido estudo mostra que em condições *ceteris paribus*, sem alteração da matriz energética mundial, os combustíveis fósseis responderiam por 90% do aumento projetado na demanda mundial, até 2030.

No entanto, segundo estimativas realizadas pelo Ministério de Minas e Energia em 2005 (BRASIL, 2005b), as reservas comprovadas de petróleo do mundo somam 1,137 trilhões de barris, 78% dos quais no subsolo dos países da OPEP (Organização dos Países Produtores e Exportadores de Petróleo). Essas reservas permitem suprir a demanda mundial por 40 anos, mantido o atual nível de consumo.

Os combustíveis provenientes de fontes renováveis, como a biomassa, constituem uma das alternativas mais promissoras, principalmente nos países com grandes extensões territoriais e com clima propício para a atividade agrícola, como é o caso do Brasil (DAMBISK, 2007).

Ferreira e Cristo (2006) ressaltam que o Brasil possui uma grande capacidade na produção de biomassa e tendo como vantagens comparativas o clima, temperatura, formação e característica do solo, nível e tipo de insolação, recursos hídricos e intensidade pluviométrica, como vantagens competitivas o estágio tecnológico, recursos humanos e a capacidade de gestão. O mesmo autor ainda coloca que o País possui área disponível para expansão agrícola, ou seja, nove milhões de ha que corresponde a 22% da área possível de expansão agrícola no mundo e finalmente ressalta que para uma atuação no

mercado internacional a logo prazo, se faz necessário atender às condições de sustentabilidade do ponto de vista econômico, ambiental e social.

Quanto à utilização de óleos vegetais, um grande impulso foi dado pelas crises do petróleo ocorridas na década de 70, quando surgiram diversas iniciativas, principalmente utilizando biodiesel (MIRAGAYA, 2005, apud DAMBISK, 2007).

Na tentativa de mostrar a representabilidade das fontes de energia renováveis na matriz energética do Brasil, o Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2005b) relata que esta categoria representava na época de implantação do PNPB (Programa Nacional de Produção do Biodiesel) 44,7% do total. Este número sem dúvida colocava o Brasil como sendo um dos países do mundo detentor de uma grande diversidade de energia para tentar suprir sua demanda interna em busca da sustentabilidade energética.

O biodiesel é um combustível constituído da mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizado como combustível puro ou misturado ao óleo diesel, em motores ciclo diesel sem requeridas alterações nas estruturas do motor (CANAKCI et al., 1999).

A gestão operacional do PNPB é realizada pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e segundo a Resolução ANP N° 25 de 2 de setembro de 2008 (BRASIL, 2008a), estabelece que a atividade de produção de biodiesel, que abrange a construção, modificação, ampliação de capacidade, operação de planta produtora e a comercialização de biodiesel, é condicionada à prévia e expressa autorização da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis).

O uso comercial do biodiesel no Brasil foi autorizado em dezembro de 2004, inicialmente para a mistura de 2% (B2) ao diesel de petróleo. Neste sentido, a Lei N° 11.097 de 13 de janeiro de 2005 (BRASIL, 2005c), estabeleceu que, até o final de 2007, a mistura seria autorizativa e passou a ser compulsória, no percentual de 2%, entre 2008 e 2012. O volume será elevado para 5% (B5), também de forma obrigatória, a partir 2013 (Figura 1). Entretanto a partir de 1 de julho de 2008, através da Resolução da ANP N° 7, de 19 de março 2008 (BRASIL, 2008b), atribuiu que o B3 (nome da mistura de 97% de óleo diesel derivado do petróleo e 3% de biodiesel) é obrigatório em todos os postos que revendem óleo diesel.



Figura 1 – Cronograma de evolução do PNPB

Fonte: MME, 2005 apud por Ferreira e Cristo (2006)

A denominação biodiesel é derivada de produto obtido a partir de um processo de transesterificação. Tal reação é realizada com a mistura de um lipídio de origem vegetal ou animal com álcool, através de um catalisador que poder ser ácido, básico ou enzimático. Como produto final de reação se tem ésteres e glicerol, conforme exemplificado na Figura 2. Em função da disponibilidade, tempo de reação e também do ponto de vista econômico, o hidróxido de sódio é catalisador mais utilizado (LIMA, 2005).

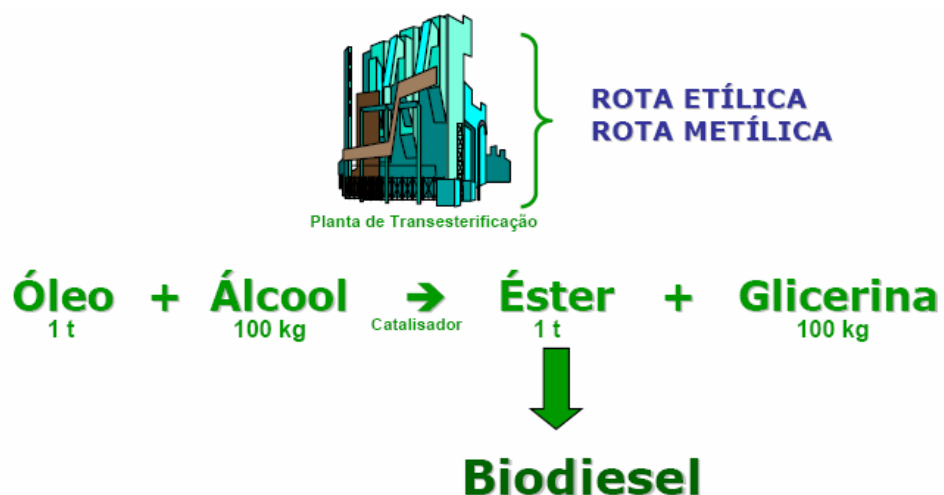


Figura 2 – Biodiesel: Éster produzido na reação de transesterificação

Fonte: Roussef (2004)

Os alcoóis utilizados no processo, por uma questão de reatividade, são os do tipo simples, tais como o metanol, etanol, propanol e butanol. O metanol é mais freqüentemente utilizado por razões de natureza física e química (cadeia curta e polaridade). Contudo, o etanol está se tornando popular, pois ele é renovável e muito menos tóxico que o metanol (LIMA, 2005).

Fazendo um comparativo mais detalhado sobre as vantagens e desvantagens da utilização de metanol ou etanol na produção do biodiesel, Ferreira e Cristo (2006) mostraram que o metanol tem como vantagens: menor custo, menor consumo no processo, maior reatividade e possui a característica de não ser higroscópico, já como desvantagens: produto não renovável, causa risco à saúde, produto importado e não ser biodegradável. Neste sentido, o etanol possui como vantagens: maior rendimento, maior oferta no mercado, é renovável e biodegradável, entretanto possui como desvantagens: necessidade de grande quantidade no processo, maior custo, é higroscópico e possui menor reatividade.

Dados divulgados pela ANP no Boletim Mensal de Biodiesel (ANP, 2009) revelam que o Brasil possui 62 plantas autorizadas e distribuídas em diversos estados (22 plantas no Mato Grosso, 8 São Paulo, 5 Minas Gerais, 4 Rio Grande do Sul, 4 Goiás, 3 Bahia, 3 Ceará, 3 Paraná, 2 Tocantins, 2 Rondônia, 2 Pará, 1 Rio de Janeiro, 1 Maranhão, 1 Piauí e 1 planta no Mato Grosso do Sul. Todas elas juntas possuem uma capacidade autorizada de 11.081,03 m³ /dia. A agência ainda divulga que 23 novas plantas estão em processo de autorização e 7 em processo de ampliação.

No último leilão divulgado pela ANP – 12º Leilão de Biodiesel (ANP, 2008) participaram 32 empresas, resultando em um preço médio de R\$ 2.387,76/m³, totalizando um valor negociado de R\$ 787.959.661,00.

Conforme dados divulgados pela ANP a produção de biodiesel puro (B100), entre os anos de 2005 e 2008 aumentou consideravelmente ano a ano (Figura 3). Da posse destas informações, é possível afirmar que o Brasil é um dos países com as maiores oportunidades com a agricultura de energia.

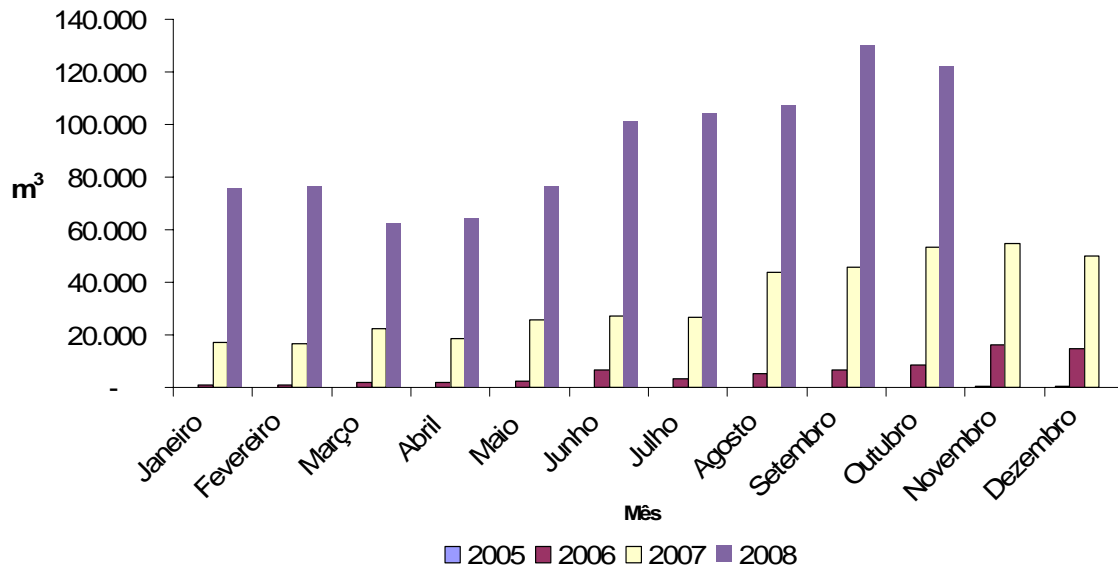


Figura 3 – Produção Nacional de Biodiesel Puro (B100)

Fonte: ANP (2008b)

Os preços elevados de petróleo e questões ambientais criam oportunidades para exportação de álcool, num primeiro momento, e apontam para demanda crescente de biodiesel. A exportação de bicompostíveis representa uma fonte adicional de divisas para o país (BRASIL, 2005b).

A cadeia produtiva do biodiesel gera alguns co-produtos, os quais devem ser foco de análises mais detalhadas, pois podem ser um fator determinante para a viabilidade econômica da produção desse combustível. Entre os principais podem-se citar: glicerina, lecitina, farelo e a torta de oleaginosa (NEIVA JUNIOR et al., 2007), conforme simplificado na Figura 6. No entanto, o número de trabalhos utilizando os chamados co-produtos da produção do biodiesel é escasso na literatura. Desta forma, cria-se a necessidade de se desenvolver mais estudos para viabilizar a utilização destes, tanto na agricultura como na pecuária.

Quanto as matéria primas de origem vegetal para a obtenção do biodiesel, as mais utilizadas com domínio tecnológico são: nabo forrageiro, soja, girassol, amendoim, mamona, dendê, canola, colza, algodão, babaçu, coco, pinhão-manso e macaúba. No que tange a fontes de origem animal, as mais utilizadas são: sebo de boi, banha de porco e gordura de frango (FERREIRA; CRISTO, 2006).

Com o objetivo de identificar a potencialidade de oleaginosas brasileiras por região geográfica, Ferreira e Cristo (2006) distribuíram da seguinte forma: Norte (dendê, babaçu e soja), Centro-Oeste (soja, algodão, girassol, nabo forrageiro e mamona), Sul (colza, soja, girassol, nabo forrageiro e algodão), Nordeste (mamona, babaçu, dendê, algodão, pinhão e coco) e Sudeste (soja, mamona, pinhão, algodão e girassol).

2.2 NABO FORRAGEIRO – COBERTURA DE SOLO

O nabo forrageiro (*Rhaphanus sativus*) é uma planta da família das Brassicaceae antigamente chamado de Crucíferas, muito utilizada na adubação verde de inverno, rotação de culturas e recentemente na nutrição animal. Até o presente momento, sua aplicação quase que exclusivamente se restringia como adubo verde por disponibilizar uma maior quantidade de matéria orgânica para o solo, com o intuito de aumentar a produtividade de culturas de inverno, como o milho, por exemplo, na prática do plantio direto.

De acordo com Brassi et al. (2008) o nabo forrageiro é uma planta muito vigorosa, que em 60 dias cobre cerca de 70% do solo. Seu sistema radicular é pivotante, bastante profundo, atingindo mais de 2 metros. Seu florescimento ocorre aos 80 dias após o plantio, atingindo sua plenitude aos 120 dias. É uma planta que possui um crescimento inicial rápido e elevada capacidade de reciclar nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, desenvolvendo-se razoavelmente em solos fracos com problemas de acidez, tendo ótimo desempenho em solos com boa fertilidade.

A altura da planta varia de 1,00 a 1,80 metros e, devido ao seu rápido crescimento, compete com as ervas daninhas invasoras desde o início, diminuindo os gastos com herbicidas ou capinas, o que facilita a cultura seguinte. Não há ocorrência de pragas ou de doenças que mereçam controle (BRASSI et al., 2008).

A quantidade de sementes de nabo forrageiro para sua implantação varia de 3 a 15 kg/ha dependendo do sistema de semeadura. Pode ser plantada a lanço ou utilizando plantadeiras com espaçamento de 20 cm a 40 cm entrelinhas e 25 sementes por metro linear (ZANELLA, 2005).

Em virtude das sementes serem muito pequenas a mistura das mesmas com calcário ou superfosfato simples na proporção de 1 kg de sementes para 50kg de corretivo ou

de fertilizante, facilita a operação de semeadura. Nesse caso, utiliza-se o depósito de fertilizante da plantadora ou da semeadora para efetuar essa operação (BRASSI et al., 2008).

Quando plantada na época correta (abril/maio), a produção do nabo forrageiro chega a 4 a 6 toneladas de matéria seca/ha, chegando a ter um rendimento para o biodiesel de 284 litros/ha (ZANELLA, 2005).

Dambisk (2007) fazendo um comparativo entre os óleos de girassol, soja e de nabo forrageiro, relatou que o valor do índice de iodo, que representa a quantidade de insaturações das cadeias carbônicas dos triglicerídeos, é mais baixo para o óleo de nabo forrageiro em comparação com os outros óleos. Outra vantagem apresentada pelo óleo de nabo forrageiro é o ponto de fulgor mais alto em comparação com os óleos de soja e girassol, o que indica que este óleo se torna inflamável sob uma temperatura mais elevada e, portanto, é mais seguro no transporte, armazenamento e manuseio.

Conforme (SILVA et al., 2007), o nabo forrageiro é uma espécie que possui potencial para aumentar a disponibilidade de N (nitrogênio) no solo. Por ser da família das *Brassicaceae*, ele não possui a capacidade de fixar N_2 atmosférico, porém tem alta capacidade de extrair N de camadas mais profundas do solo, podendo chegar a 220 kg ha^{-1} de N reciclado (HEINZMANN, 1985). Outras vantagens de sua utilização são: desenvolvimento inicial da planta muito rápido, alto rendimento de matéria seca e ciclo curto, o que viabiliza a semeadura precoce do milho em sucessão (meses de agosto e setembro). Essa espécie apresenta maior velocidade inicial de acúmulo de matérias fresca e seca em relação à aveia preta e à ervilhaca comum (JUNIOR et al., 2004)

Silva et al. (2007) avaliando o efeito de três espécies de cobertura de solo no inverno (aveia preta, ervilhaça comum e nabo forrageiro), implantadas de forma isolada e consorciadas, sobre o rendimento de grãos de milho em sucessão, com e sem aplicação de N em cobertura, concluíram que nos sistemas consorciados entre aveia preta e nabo forrageiro, o rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão foi maior à medida que aumentou a proporção de nabo forrageiro no consórcio, independentemente da dose de N aplicada em cobertura. Estes autores ainda ponderaram que a utilização isolada do nabo forrageiro proporcionou 87 kg/ha^{-1} de N acumulado na parte aérea, valor este superior ao encontrado para aveia (50 kg/ha^{-1}) e ervilhaça comum (68 kg/ha^{-1})

Recentemente outra função das plantas de cobertura tem recebido muito interesse entre os pesquisadores, a de liberar ácidos orgânicos de baixo peso molecular capazes de formar complexos orgânicos com alumínio, cálcio e magnésio e assim contribuir

com a neutralização do alumínio tóxico e promover a mobilidade dos produtos de dissolução do calcário utilizado fonte de cálcio e magnésio na promoção da fertilidade do solo.

Amaral et al. (2004) avaliando a capacidade do efeito do aveia preta, ervilhaça e nabo forrageiro em melhorar o perfil do solo na profundidade de 2,5 cm, relataram que o nabo forrageiro foi o mais eficiente em aumentar o pH e os teores de Ca e Mg trocável. Estes autores também observaram que o nabo forrageiro apresentou maiores valores de CNH (capacidade de neutralizar o alumínio) quando comparada a aveia preta em decorrência do nabo forrageiro possuir quantidades significativas de ácidos cítrico (35 mg/g de matéria seca) e málico (34,94 mg/g de matéria seca).

2.3 NABO FORRAGEIRO – NUTRIÇÃO ANIMAL

Com a crescente industrialização no Brasil, a disponibilidade de co-produtos agroindustriais vem aumentando justificado pelo aumento da produção agrícola do País. Alguns co-derivados não são aproveitados e considerados poluentes por desconhecimentos de seus reais valores nutricionais o que levariam a utilizá-los na alimentação de ruminantes, como fonte alternativa de nutrientes, visando à redução de custos de produção, tendo em vista os elevados custos dos alimentos convencionais.

O número de trabalhos utilizando torta de nabo forrageiro na nutrição de ruminantes ainda é escasso, fato este ligado a baixa disseminação da utilização do nabo forrageiro em um primeiro momento como cobertura de solo e em segundo pela comercialização do óleo das sementes para a produção do biodiesel e, por conseguinte a disponibilidade da torta ou farelo. Neste sentido, Sluszz e Machado (2006) ponderam que o óleo ainda é pouco explorado no Brasil e constitui um grande potencial de biocombustível e, pela facilidade de produção, o nabo forrageiro é de grande interesse para a agricultura familiar, principalmente pelas condições de reciclagem de nutrientes no solo, reduzindo assim custos com adubação.

Além das limitações de ordem econômica, desempenho, produtividade e comercialização que impedem a evolução da utilização do óleo de nabo forrageiro para a produção de biodiesel quando comparado a outras fontes mais conhecidas, a torta resultante do processo de extração ainda é um desafio para os nutricionistas devido às suas limitações de

origem química, ou seja, alto teor de óleo na matéria seca e também pela presença de fatores antinutricionais.

Neiva Junior et al. (2005) fazendo um comparativo sobre a composição química das tortas de girassol, algodão, nabo forrageiro e pinhão manso, obtiveram valores de extrato etéreo com base na matéria seca de 16, 22, 24 e 24%, respectivamente. Os autores ainda recomendam 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 níveis superiores a 7% da matéria seca pode prejudicar a degradação do alimento.

Harbone (1999) apud Cruz et al. (2001) coloca que a defesa química é uma das formas de proteção das plantas contra a predação pelos herbívoros, neste sistema estão envolvidos a elaboração e acumulação de substâncias orgânicas que, uma vez ingeridas, detêm o consumo. Estas podem ter um sabor amargo, ser venenosas, ter um odor desagradável ou ainda ter efeitos anti-nutricionais.

Dentre os possíveis fatores anti-nutricionais existentes nos alimentos para animais ruminantes, dois deles chamam a atenção quando falamos sobre nabo forrageiro. Alguns estudos foram desenvolvidos para verificar a existência de algum inibidor nutricional no nabo forrageiro e encontraram glucosídeos e o ácido erúcido na composição química deste produto.

Cruz et al. (2001) fazendo um levantamento sobre as substâncias tóxicas ou anti-nutricionais dos alimentos para animais, definem os glucosinolatos com sendo um grupo de alquil contendo isotiocianato, nitrilo e tiocianato. Estes autores ainda citam que as sementes de alguns gêneros das famílias das *Brassicaceae* são portadoras destas substâncias que podem chegar a 3 mg/grama de matéria seca, sendo tóxicas em valores acima de 10% na dieta de ruminantes, pois podem provocar bócio, redução da taxa de crescimento, diarreia, deformidade ósseas e lesões hepáticas.

Ferreira et al. (2008) analisando a composição de ácidos graxos dos óleos de soja, nabo forrageiro, girassol, mamona, dendê (polpa) e dendê (amêndoa), verificaram que o nabo forrageiro possui 88% de ácidos graxos poliinsaturados, tendo como principal constituinte o ácido erúcido (29% do total de ácidos graxos). Neste sentido, Stefansson (1993) citado por Franzoi et al. (1998), afirmaram que sucessivos experimentos indicaram que o consumo em altos níveis de ácido erúcido é prejudicial ao desenvolvimento de diversas espécies por ser um agente causador de lesões do miocárdio e também por apresentar consideráveis lesões hepáticas.

Pesquisas desenvolvidas para a desintoxicação da torta de nabo forrageiro são escassas. Entretanto, Anandan et al. (2005) pesquisando diferentes tratamentos físicos e químicos na desintoxicação da ricina presente da torta de mamona, que por sua vez também é um fator anti-nutricional, relatam que é possível adotar alguns tratamentos físicos: encharcamento, extração por vapor, fervura, autoclave e forno de ar quente, dentre os químicos destacam-se: hidróxido de sódio, cloreto de sódio, hidróxido de cálcio, formaldeído e amônio. Esta pesquisa revela que a autoclavagem por 60 minutos ou utilizando 40 g/kg de torta fresca são os únicos processos físico e químico, respectivamente, capazes de remover 100% da ricina presente na torta. Portanto, pesquisas neste sentido podem ajudar a desenvolver técnicas capazes de reduzir ou eliminar os fatores anti-nutricionais presentes na torta de nabo forrageiro.

Com o objetivo de caracterizar a torta de nabo forrageiro para a nutrição de ruminantes, Fortaleza (2007) utilizando bovinos canulados no rúmen, constatou em experimento “*in situ*” que a matéria seca da torta de nabo forrageiro possui 31,26% de fração solúvel (A), 57,90% de fração potencialmente de (B), 10,83% de fração indegradável (C), 7,97%/hora de taxa de degradação (Kd), 82,36% de degradabilidade potencial (DP), 66,59% de degradabilidade efetiva (DE) a 5% de Kd e 4,01 horas de tempo de colonização (TC). Para proteína bruta do nabo forrageiro encontrou 34,18% Fração A, 61,92% Fração B, 3,89% Fração C, 8,75%/hora Kd, 96,06 DP, 54,18% DE e 4,36 horas para (TC). De posse destas informações é possível afirmar que a torta de nabo forrageiro pode ser utilizada na nutrição animal como fonte protéica.

Fortaleza (2007) em seu trabalho sobre o fracionamento “*in vitro*” de proteínas e carboidratos verificou que a torta de nabo forrageiro apresenta 15,77% de fração nitrogenada-não-protéica (A), 27,58% de fração protéica de rápida degradação no rúmen (B1), 42,34% de fração protéica insolúvel (B2), 11,65% de fração protéica insolúvel lentamente degradável (B3) e 2,64% de fração protéica 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).

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 a níveis de nabo forrageiro (0, 25, 50, 75 e 100%) em substituição ao farelo de soja, verificaram que independente do nível de substituição estudado não houve diferença significativa para a digestibilidade da MS, diferentemente ao observado para a digestibilidade da matéria

orgânica, onde a substituição de 25% promoveu o maior valor (66,76%). Para a digestibilidade da proteína bruta o comportamento verificado pelos autores foi diretamente proporcional aos níveis de substituição, mostrando desta forma que a utilização do nabo forrageiro é viável na nutrição de bovinos, dependendo de mais estudos para definir quais são os níveis recomendados para não prejudicar o consumo e nem a dinâmica ruminal e metabólica de animais recebendo dietas contendo nabo forrageiro.

Mello et al. (2008) avaliando a inclusão de 0, 7,5 e 15% de farelo de nabo forrageiro no suplemento com 35% de proteína bruta para bovinos nelore de 285 kg de peso vivo com 14 meses de idade, mantidos em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*, observaram que os novilhos suplementados com 7,5% de nabo forrageiro obtiveram ganho de peso médio diário (0,613 kg) superior ao dos animais recebendo o tratamento com 15% (0,463 kg) e também valor médio absoluto elevado em relação aos animais que não receberam nabo forrageiro (0,525 kg). Ainda verificaram a elevada degradabilidade da matéria seca, proteína bruta e da fibra em detergente neutro do farelo de nabo forrageiro. Desta forma, sendo considerado como uma ótima fonte protéica e energética prontamente disponível aos microrganismos no rúmen, podendo contribuir para melhor aproveitamento da forragem consumida pelos animais.

Portanto, da posse destas informações é possível afirmar que o resíduo de nabo forrageiro pode ser utilizado em dietas para ruminantes como fonte alternativa de proteína de baixo custo.

3 LITERATURA CITADA

AMARAL, A. S.; et al. R Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos da dissolução do calcário aplicado na superfície do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. N 27, 20003. p. 601-612.

ANANDAN, A.; et al. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**. n. 120, 2005. p. 159–168

ANP. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**: Boletim mensal do biodiesel – SRP de 07 de janeiro de 2009. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel.asp>>. Acessado em 10 de janeiro de 2009.

ANP. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**: 12º Leilão de Biodiesel – Resumo Geral, 2008a. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/leilao_biodiesel.asp>. Acessado em 10 de janeiro de 2009.

ANP. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**: Produção de Biodiesel - B100 por produtor. 2008b. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/leilao_biodiesel.asp>. Acessado em 10 de janeiro de 2009.

BARBERO, R. P.; et al. Consumo e digestibilidades totais da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta em bovinos de corte em respostas a níveis de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja. **In: : ZOOTC 2007, Londrina. 2007.**

BRASSI, L.A.C.S.; DENUCCI, S.; PORTAS, A.A. **Nabo - adubo verde, forragem e bioenergia**. 2008. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/nabo/index.htm>. Acesso em: 15 de dezembro de 2008

BRASIL. Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível. Resolução n. 25, de 2008a. A atividade de produção de biodiesel, que abrange a construção, modificação, ampliação de capacidade, operação de planta produtora e a comercialização de biodiesel, condicionada à prévia e expressa autorização da ANP . **ANP:Brasília, DF, 2008a.**

BRASIL. Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível. Resolução n. 7, de 2008. O biodiesel deverá ser adicionado ao óleo diesel na proporção de 3%, em volume, a partir de 1º de julho de 2008. **ANP : Brasília, DF, 2008b.**

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). 2005a. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/PECUARIA/3.1.XLS>. Acesso em: 17 setembro de 2008.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia**: Plano Nacional de Agroenergia 2006 – 2011. 2005b. Brasília. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/documentos>>. Acesso em: 11 de dezembro de 2008.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei n. 11.097, de 2005. O prazo para aplicação do disposto no caput deste artigo é de 8 (oito) anos após a publicação desta Lei, sendo de 3 (três) anos o período, após essa publicação, para se utilizar um percentual mínimo obrigatório intermediário de 2% (dois por cento), em volume. Congresso Nacional: Brasília, DF, 2005c.

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

CANAKCI, M.; VAN GERPEN, J. Biodiesel production via acid catalysis. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 42, n. 5, pp. 1203-1210, 1999.

CRUZ, C. M. O.; et al. **Substâncias tóxicas ou anti-nutricionais dos alimentos para animais**. 2001. 47 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Técnica de Lisboa/Faculdade de Medicina Veterinária. Lisboa. 2001.

DAMBISK, L. **Síntese de biodiesel de óleo de nabo forrageiro empregando metanol supercrítico**. 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal Tecnológica do Paraná. Curitiba, 2007.

FERREIRA, S. L.; et al. Análise por cromatografia gasosa de btex nas emissões de combustão interna alimentado com diesel e mistura diesel-biodiesel (B10). **Quim. Nova**, Vol. 31, No. 3, 539-545, 2008.

FERREIRA, J. R.; CRISTO, C. M. P. N. (Coord.) O futuro da indústria: biodiesel: coletânea de artigos. Brasília: MDIC-STI/IEL, 2006. Disponível em: Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/documentos>>. Acesso em: 11 de dezembro de 2008.

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.

FRANZOI, E. E.; et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de farelo de canola. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 28. n. 4. 1998. p. 683-689.

HEINZMANN, F.X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.9, 1985. p.1021-1030

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?id_noticia=1064>. Acesso em: 17 de setembro de 2008.

JUNIOR, A.A.B. et al. Desempenho de plantas invernais na produção de matéria e cobertura do solo sob cultivos isolado e em consórcios. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.3, n.1, 2004. p.38.

LIMA, P. C. R. **Biodiesel**: um novo combustível para o Brasil. Disponível em: <http://www2.camara.gov.br/publicacoes/estnottec/tema16/2005_177.pdf>. Acesso em: 11 de dezembro de 2008.

MELLO, D. F.; et al. Avaliação do resíduo de nabo forrageiro extraído da produção de biodiesel como suplemento para bovinos de corte em pastagens. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.9, n.1, p. 45-56. 2008

MUSSA, M. **A global growth rebound: how strong for how long?**. Washington, DC : Institute for International Economics, 2003. Disponível em: <www.iie.com/publications/papers/mussa0903.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2009.

NEIVA JUNIOR, A. P.; et al. Subprodutos agroindustriais do biodiesel na alimentação de ruminantes. **In: II CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL**, 2007. Brasília. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/rede_arquivos/coprodutosII.htm>. Acesso em 10 de janeiro de 2009.

OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F. **Bovinocultura de corte**: desafios e tecnologias. Salvador: EDUFBA, 2007. 511 p.

ROUSSEF, D. **Biodiesel**: o novo combustível do Brasil. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/Apres_MinistraME_06-12-04.pdf>. Acesso em 11 de dezembro de 2008.

SILVA, A. A; et al. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, , jul-ago, 2007. p.928-935.

SLUSZZ, T.; MACHADO, J. A. D. **Características das potenciais culturas matérias primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar**. 2006. Disponível em: <<http://paginas.agr.unicamp.br/energia/agre2006/pdf/50.pdf> > . Acesso em: 10 de dezembro de 2008.

THIAGO, L. R. L. **Suplementação de bovinos em pastejo: aspectos práticos para o seu uso na manutenção ou no ganho de peso**. Disponível em: <<http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/naoseriadas/suplementthiago>. >. Acesso em: 15 de janeiro de 2009.

ZANELLA, J.; **Biodiesel**. 2005. Disponível em: <<http://www.unesp.br/aci/jornal/202/biodiesel.php>> . Acesso em: 15 de dezembro de 2008.

ZIMMER, A.H.; EUCLIDES F.K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa:UFV, 1997. p.379.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar quais são os níveis de torta de nabo forrageiro passíveis de serem utilizados com segurança na nutrição de bovinos, tanto do ponto de vista consumo, quanto das possíveis alterações metabólicas que possam existir.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito de diferentes níveis de torta de nabo de forrageiro (0, 25, 50, 75 e 100%) em substituição ao farelo de soja na dieta de bovinos de corte, através dos seguintes parâmetros:

- Consumo kg/dia, % do Peso Vivo e g/kg de Peso Metabólico
- pH do líquido ruminal
- Nitrogênio Amoniacal (N-NH₃ mg/dl) no líquido ruminal
- Nitrogênio Uréico Plasmático (NUP mg/dl)

ARTIGO

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

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de cinco níveis de substituição do farelo de soja pela torta de nabo forrageiro no concentrado, sobre o consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no líquido ruminal e uréia plasmática em bovinos de corte mantidos em regime de manutenção. As rações foram isoprotéicas (6,5 %PB) e isoenergéticas (50,0 %NDT), utilizando-se a silagem de cana-de-açúcar *in natura* como volumoso (85,5% da MS). Foram utilizados cinco animais machos, castrados, ½ sangue Simental-Nelore, com peso médio de 610 kg e 36 meses de idade, todos fistulados no rúmen. Os níveis de substituição do farelo de soja pela torta de nabo forrageiro foram: 0 (controle), 25, 50, 75 e 100%, com base na representação protéica do farelo de soja na dieta controle. Cada período experimental teve duração de 19 dias. O experimento foi conduzido em um delineamento experimental em quadrado latino 5 x 5, sendo 5 animais e 5 períodos. Não foi verificado efeito significativo para o consumo de matéria seca de 1,52; 1,58; 1,55; 1,41, 1,08 %PV, correspondentes aos níveis 0, 25, 50 e 100%. Houve redução acentuada do consumo de matéria seca da ração contendo 100% de torta de nabo forrageiro (1,08%PV), o que refletiu na alteração do pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal e no nitrogênio uréico plasmático (NUP). Portanto, a utilização de torta de nabo forrageiro pode substituir o farelo de soja na dieta de bovinos mantidos em regime de manutenção, em até 75%.

Palavras-chaves: Bovinos, Consumo. pH. Nitrogênio amoniacal. Nitrogênio uréico plasmático. Torta de nabo forrageiro.

Ingestive Behavior and Metabolic of Beef Cattle Fed Diets with Different Levels of Turnip Forage Cake in Replacement to Soybean Meal

ABSTRACT

The objective of this study was to assess the effects of five substitution levels of soybean meal by turnip forage cake in the concentrate, on dry matter intake (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (NDA), pH and ammonia nitrogen (N-NH₃) in the rumen liquid and plasmatic urea nitrogen (PUN) in beef steer. The diets were isoprotein (6.5 % PB) and isoenergetic (50.0% NDT), using *in natura* sugarcane silage as the only forage (85,5 %DM). Five castrated males were used, 1/2 simental x nelore cross, with average weight of 610 kg and 36 months old, all fistulated in the rumen. The different levels of replacement were: 0, 25, 50, 75 and 100%, based on CP responsible of soybean meal of diet. Each experimental period lasted 19 days. The experiment was carried out in a 5x5 Latin square experimental design, with five animals and five periods. Did not found significant effect for DM intake % of body weight (%BW) 1.52, 1.52, 1.58, 1.55; 1.41, and 1.08, of levels 0, 25, 50 and 75%, respective. Had accented reduction of dry matter intake DMI of level 100% of turnip forage cake in ration (1.08%BW), what did reflect in the alteration of pH, N-NH₃ and PUN. Therefore, the utilization of turnip forage cake, can substitute the soybean meal in the ration of bovine breeding in diet of maintenance, in until 75%.

Keywords: Bovines. Intake. pH. Ammonia nitrogen. Plasmatic urea nitrogen. Turnip forage cake.

5. INTRODUÇÃO

O Brasil por estar situado, em sua grande maioria, entre os trópicos, possui como vantagem a exploração do máximo potencial das forragens na primavera/verão para a produção de carne a pasto. Nesta época do ano, as pastagens, juntamente com água e sal mineral, poderiam ser consideradas como dietas completas. Todavia, o período da seca (outono/inverno), caracterizado pela baixa produção e qualidade das pastagens, o diferimento de um pasto seria uma alternativa de manejo visando a uma melhor distribuição da forragem durante o ano (THIAGO, 1999).

Em função da alteração da qualidade das pastagens comumente usadas na produção de bovinos de corte justificada pela não realização do manejo correto do pastejo (cálculo de oferta de forragem, altura do pasto, relações entre as partes morfológicas da planta, etc) e do pastejo (fertilidade do solo e nutrição da planta), a utilização de suplementos alimentares para os animais se torna uma ferramenta para os pecuaristas. Esta pratica visa fornecer os nutrientes necessários para maximizar o crescimento microbiano, produto este responsável por atender as exigências protéicas dos animais ruminantes em até 100% (NRC 1996), que muitas vezes não é atingido pela deficiência nutricional das pastagens, refletindo desta forma os baixos índices zootécnicos obtidos na pecuária de corte.

Com a implantação do Programa Nacional de Produção de Biodiesel pelo governo federal, a disponibilidade da torta de nabo forrageiro tornou-se uma realidade nos últimos anos. Frente a este fato, o estudo da viabilidade deste co-produto se faz necessária, tendo como foco atender os anseios dos pecuaristas em ter uma fonte de proteína de baixo custo e ao mesmo tempo, contribuir com o possível destino de um produto da cadeia produtora de biodiesel.

A proteína bruta contida nos alimentos dos ruminantes é composta por um a fração degradável no rúmen (PDR) e uma fração não degradável no rúmen (PNDR). A fração

degradável no rúmen dá origem a peptídeos, aminoácidos e amônia, e é utilizada pelos microrganismos ruminais para a síntese de proteína microbiana (Berchielli et al, 2006).

As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas mediante a absorção intestinal de aminoácidos provenientes, principalmente, da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína não-degradada no rúmen (VALADARES FILHO, 1995).

O pH do líquido ruminal é um importante fator na atividade proteolítica do rúmen, sendo que o valor ótimo varia entre 6 e 7, porém a atividade máxima está próxima a 6,5 para a maioria dos microrganismos ruminal (COELHO DA SILVA & LEÃO, 1979).

Segunda Berchielli et al (2006), trabalhos conduzidos “*in situ*” demonstram que valores até 22 mg de N-NH₃/dl de fluido ruminal são necessários para maximizar a fermentação de fontes de carboidratos de alta degradabilidade. É desejável de se esperar que o teor ótimo de N-amoniacoal seja variável em razão da disponibilidade de energia fermentável no rúmen.

A uréia constitui a principal forma pela qual os compostos nitrogenados são eliminados pelos mamíferos. Quando a taxa de síntese de amônia é maior que sua utilização pelos microrganismos, observa-se elevação na concentração de amônia no rúmen, sangue, com conseqüente aumento na excreção de uréia, resultando, dessa forma, em perda de proteína (RUSSELL ET AL., 1992; TEIXEIRA, 1992, apud DOMINGUES, 2006).

A concentração plasmática de uréia é, positivamente, relacionada à ingestão de compostos nitrogenados (VALADARES FILHO et al., 1997). Desta maneira, é de extrema importância a determinação da uréia plasmática para reduzir custos na formulação da ração.

O objetivo de estudo foi avaliar os possíveis efeitos nos diferentes parâmetros de consumo, dinâmica ruminal e sérica de bovinos recebendo diferentes níveis de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja da dieta de bovinos de corte,

viabilizando desta forma a utilização deste co-produto da extração do óleo para produção de biodiesel.

6. MATERIAL DE MÉTODOS

6.1 Local, Animais e Período

O presente estudo foi realizado na Unidade de Estudos de Ruminantes (UNER) na Fazenda Escola (FAZESC) e no Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Londrina. O experimento foi realizado no período de outubro de 2006 a janeiro de 2007, para tanto foram utilizados cinco bovinos machos ½ Simental-Nelore, evermifugados, castrados, cânulados no rúmen, tendo como peso e idade de 610 kg e 36 meses, respectivamente.

Os animais permaneceram durante todo o experimento em baias individuais cobertas (3 metros de comprimento X 1,10 metros largura) providas de bebedouro e comedouro. O fornecimento de água foi *ad libitum* e as dietas diariamente as 8:00 e 17:00 horas, de uma tal forma a se obter 10% de sobras.

O experimento teve duração de 95 dias, sendo dividido estes em 5 períodos de 19 dias, onde os 15 primeiros foram destinados à adaptação e os 4 dias finais correspondentes à coleta de amostras.

6.2 Tratamentos

Para a formulação das dietas experimentais foram utilizados como volumoso a silagem de cana-de-açúcar e como concentrados o milho, farelo de soja, torta de nabo forrageiro e suplemento mineral. A composição química dos ingredientes usados no presente estudo pode ser visualizada na Tabela 1.

As rações experimentais foram formuladas de forma isoprotéicas e isoenergéticas, de acordo com as exigências nutricionais propostas pelo NRC (1996) para um ganho médio diário de 0,500 kg/dia (Tabela 2).

Os níveis de substituição da torta de nabo forrageiro por farelo de soja utilizados nesta avaliação foram: 0, 25, 50 75 e 100%. A substituição foi realizada em relação à percentagem da contribuição da proteína bruta do farelo de soja na dieta controle, ou seja, após a formulação da dieta com o nível 0 de substituição, foi verificado a representação da proteína bruta proveniente do farelo de soja na fórmula, a partir deste valor que foram realizados os níveis de substituição.

Tabela 1 – Valores nutricionais dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais (% na matéria seca)

Nutrientes	Ingredientes			
	SC	TNF	FS	MT
Matéria Seca	27,37	96,30	88,78	87,11
Matéria Orgânica	92,12	94,45	93,30	98,73
Matéria Mineral	7,88	5,55	6,70	1,27
Proteína Bruta	2,94	40,91	51,13	8,26
Proteína Degradável no Rúmen	1,66	23,65	44,26	4,48
Extrato Etéreo	0,56	17,93	2,82	3,61
Fibra Bruta	37,71	7,23	4,77	1,73
Fibra em Detergente Neutro	76,10	23,74	9,86	11,73
Fibra em Detergente Ácido	43,46	14,84	7,56	3,54
Extrato Não Nitrogenado	50,92	28,39	34,57	72,24
Nutrientes Digestíveis Totais	47,21	95,47	83,97	77,68

SC = Silagem de Cana-de-açúcar; TNF = Torta de Nabo Forrageiro, FS=Farelo de Soja e MT = Milho Triturado.

Tabela 2 – Composição e valor nutricional das rações experimentais (% na matéria seca)

Alimentos	Níveis de substituição				
	0%	25%	50%	75%	100%
<i>Composição</i>					
Silagem de Cana-de-açúcar	85,50	85,50	85,50	85,50	85,50
Farelo de Soja	6,70	5,02	3,36	1,67	-
Torta de Nabo Forrageiro	-	2,13	4,28	6,04	9,39
Milho Triturado	5,94	5,49	5,00	4,93	3,25
Suplemento Mineral	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Valor Nutricional</i>					
Nutrientes Digestíveis Totais	50,60	50,88	51,16	51,36	51,86
Proteína Bruta	6,50	6,46	6,43	6,26	6,63
Proteína Degradável no Rúmen	4,65	4,39	4,15	3,81	3,79
Extrato Etéreo	0,88	1,20	1,52	1,79	2,28
Fibra em Detergente Neutro	66,42	66,71	67,00	67,24	67,68
Fibra em Detergente Ácido	37,88	38,05	38,22	38,36	38,67

6.3 Coleta de Amostras

Para a realização do cálculo de consumo kg/dia, % Peso Vivo e g/kg Peso Vivo^{0,75}, amostras de sobras e fornecido foram coletadas nos últimos quatro dias de cada período (16º, 17º, 18º e 19º dia). Após a colheita as amostras foram pré-secas e posteriormente para a determinação de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) segundo Silva & Queiroz (2002). A pesagem dos animais foi realizada antes de começar o experimento e sempre no último dia de cada período, isto para a realização do cálculo de consumo em relação ao peso vivo e peso metabólico.

Foram colhidos 50 mL de líquido ruminal através da cânula ruminal de cada animal no 19º dia de cada período com intervalo de duas horas entre cada colheita. Os horários de colheita obedeceram ao fornecimento da ração, sendo considerado o tempo zero, correspondente a coleta antecedente a alimentação dos animais, e 2, 4, 6 e 8 horas após o fornecimento da ração aos animais pela manhã.

As amostras de líquido ruminal foram coletadas em quatro pontos diferentes do rúmen, e depois filtradas para posterior leitura do pH e determinação do N-NH₃. O pH foi determinado imediatamente após a filtração do líquido com o auxílio de um potenciômetro digital Tecnal[®] modelo TEC 3MP.

Uma alíquota de 50 mL de cada amostra de líquido ruminal foi acidificada com a adição de 1 mL de ácido sulfúrico 1:1, condicionadas em frascos plásticos e congeladas a -20 °C, para posteriores determinações dos teores de N-NH₃.

Após descongelamento das amostras as concentrações de N-NH₃ foram determinadas pela destilação de 2 mL de cada amostra com adição de 5 mL de KOH 2N em aparelho tipo Kjeldhal, o destilado foi recebido em 10 mL de H₃BO₃ 2% até um volume final de 50 mL, seguido pela titulação com HCL 0,005 N, segundo a técnica de Fenner (1965) adaptada por Vieira (1980).

As amostras de sangue foram colhidas por punção da veia jugular no 19º dia de cada período com intervalo de duas horas entre cada coleta. Os horários de colheita obedeceram ao fornecimento da ração, sendo considerado o tempo zero, correspondente a coleta antecedente a alimentação dos animais, e 2, 4, 6 e 8 horas após o fornecimento da ração aos animais pela manhã. O sangue foi coletado em tubos 13 X 17mm com heparina, em seguida os tubos foram invertido suavemente a 180º cinco vezes para a mistura com a heparina, após a coleta precedeu-se a centrifugação das amostras à 4000 RPM por 10 minutos

para a obtenção do plasma. Para a determinação do Nitrogênio Uréico Plasmático (NUP), utilizou-se o método enzimático colorimétrico com o kit Labtest[®].

6.4 Delineamento Experimental e Análise Estatística

O experimento foi conduzido em um delineamento experimental em quadrado latino 5 x 5, com cinco animais, cinco períodos e cinco tratamentos. Para os parâmetros de consumo de componentes químicos avaliados foi utilizado modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + T_k + E_{ijk}$$

Onde: A = Animal, P = Período, T = Tratamento e E = Erro experimental.

Para as parcelas subdivididas (pH, N-NH₃ e NUP) o modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + P_j + T_k + (A_i \times P_j \times T_k) + H_l + (T_k \times H_l) + E_{ijkl}$$

Onde: A = Animal, P = Período, T = Tratamento H = Tempo, A_i x P_j x T_k = Interação Animal x Período x Tempo, T_k x H_l = Interação Tratamento x Tempo e E = Erro experimental.

Adotando-se para análise estatística o procedimento GLM do programa estatístico SAS (2001).

As diferenças entre as médias para as diversas variáveis avaliadas foram verificadas através do Teste de Tukey, considerando 5% como nível de significância.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consumo

Os dados de consumo (kg/dia, %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$) de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA), estão contidos na Tabela 3.

O consumo de MS, FDN e FDA kg/dia, apesar de não haver diferença significativa entre os níveis avaliados, justificado pelos altos valores de coeficiente de variação (grau de dispersão dos dados em torno da média) encontrados, 16,18, 38,71 e 33,06%, respectivamente, foram afetados negativamente com os níveis de substituição de 75 e 100%.

Ainda dentro deste parâmetro, foi verificada diferença estatística para PB, onde os maiores níveis de consumo foram 1,20 e 1,21 kg/dia para os níveis de 25 e 50% de substituição, respectivamente. O mesmo efeito foi encontrado para o consumo de extrato etéreo, 0,26 e 0,27 kg/dia, respectivamente. A justificativa para tal fato são os valores numericamente superiores para o consumo de matéria seca observados para estes níveis de substituição, 9,65 e 9,58 kg/dia, respectivamente. De uma maneira em geral, o comportamento ingestivo dos nutrientes kg/dia foi negativamente influenciado quando o farelo de soja foi substituído em 100% pela torta de nabo forrageiro.

Tabela 3 – Médias obtidas do consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com os níveis de substituição

Nutrientes	Níveis de substituição					CV (%)
	0%	25%	50%	75%	100%	
	<i>kg/dia</i>					
MS	9,34	9,65	9,58	8,32	6,52	16,18
MO	6,38	7,31	7,62	5,98	2,91	34,19
PB	1,07 ^a	1,20 ^a	1,21 ^a	0,87 ^{ab}	0,27 ^b	28,78
EE	0,13 ^b	0,21 ^{ab}	0,26 ^a	0,27 ^a	0,18 ^{ab}	24,34
FDN	3,16	3,95	4,10	3,32	1,57	38,71
FDA	2,38	2,85	3,04	2,48	1,39	33,06
	<i>%PV</i>					
MS	1,52 ^{ab}	1,58 ^a	1,55 ^{ab}	1,41 ^{ab}	1,08 ^b	14,33
MO	1,06 ^{ab}	1,19 ^a	1,21 ^{ab}	1,01 ^{ab}	0,50 ^b	31,17
PB	0,18 ^a	0,20 ^a	0,19 ^a	0,15 ^a	0,05 ^b	26,44
EE	0,02 ^b	0,03 ^{ab}	0,04 ^a	0,05 ^a	0,03 ^b	21,80
FDN	0,53	0,64	0,65	0,56	0,27	35,26
FDA	0,39	0,47	0,48	0,42	0,23	30,58
	<i>g/kg PV^{0,75}</i>					
MS	75,80 ^{ab}	78,30 ^a	77,13 ^{ab}	69,40 ^{ab}	53,67 ^b	14,75
MO	52,30 ^{ab}	59,17 ^a	60,69 ^{ab}	49,60 ^{ab}	24,72 ^b	31,89
PB	8,71 ^a	9,70 ^a	9,70 ^a	7,23 ^a	2,47 ^b	27,20
EE	1,08 ^b	1,67 ^{ab}	2,12 ^a	2,21 ^a	1,51 ^b	24,07
FDN	25,95	31,89	32,54	27,51	13,38	36,25
FDA	19,44	23,07	24,19	20,61	11,64	30,87

CV = coeficiente de variação; PV = Peso Vivo; Médias acompanhadas de letras diferentes na mesma linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Ao observar os valores de consumo em relação ao peso vivo dos animais (%PV), parâmetro este considerado pelos técnicos de campo como sendo o mais prático para se trabalhar na avaliação do consumo de rações formuladas para bovinos, é possível afirmar que até 75% de substituição da torta de nabo forrageiro o consumo de MS, MO, PB não diferiram. Neste sentido, ao nível de 100% os valores encontrados para estes mesmos nutrientes ficaram comprometidos, mostrando desta forma que a utilização da torta de nabo forrageiro como única fonte protéica na dieta de bovinos é inviável do ponto de vista

consumo, podendo refletir com certeza que possível desempenho dos animais ficará abaixo do desejado, por não atender as exigências nutricionais estipuladas pelo NRC (1996).

Dentre os tratamentos analisados, o nível com 25% de substituição proporcionou um consumo de 1,58 e 0,64% %PV para MS e FDN, respectivamente. Valores estes inferiores ao 2,21% e 1,39 %PV observados por Itavo et al. (2002) ao avaliar o comportamento ingestivo de novilhos nelore recebendo feno de Tfton 85 e um concentrado com 15% de PB em uma proporção volumoso:concentrado de 80:20.

O consumo médio dos níveis de substituição em %PV da MS neste experimento, foi semelhante ao observado por Cardoso et al. (2000), ao trabalhar com uma ração composta de capim *coastcross* (*Cynodon dactylon*) e um concentrado de 19,82% de PB, à base de fubá de milho, farelo de soja, uréia e mistura mineral, na relação volumoso:concentrado de 75:25. Entretanto, para o consumo de FDN, os referidos autores encontraram 0,89 %PV, valor este superior ao 0,53%PV médio das rações avaliadas neste estudo. A razão para tal comportamento é o de este experimento ter utilizado silagem de cana-de-açúcar como volumoso, sendo esta considerada menos digestível quando comparado ao feno de capim *coastcross*.

O consumo de EE para os níveis de 0% e 100% foram os menores observados, 0,02 e 0,03% PV, respectivamente, em decorrência de o primeiro nível possuir 0,88% de EE na dieta (Tabela 2) e o segundo pelo consumo de MS de 1,08 %PV.

Apesar de não ter ocorrido efeito significativo para os consumos de FDN e FDA, é possível salientar que até 75% de substituição, não ocorreu o efeito de seletividade no que se refere à fração fibrosa da dieta. Diferente ao observado para o comportamento ingestivo, desta mesma fração, para o nível de 100% de substituição, onde foi verificado que o consumo de FDN e FDA praticamente foram reduzidos pela metade quando comparado aos demais tratamentos.

Segundo Coelho da Silva & Leão (1979) a exigência energética de manutenção é o metabolismo do jejum corrigido por um fator de eficiência de utilização de energia alimentar para manutenção e acrescido de uma quantidade adicional de energia para o trabalho muscular. Desta forma, o metabolismo do jejum é expresso em calorias por unidade de peso metabólico ($\text{Kcal/kg}^{0,75}$). Ela varia com a idade, tamanho e espécie. Todavia, um valor médio de $70 \text{ Kcal/kg}^{0,75}$ pode ser utilizado para bovinos. Portanto, na avaliação de dietas para bovinos, o consumo de nutrientes em relação ao peso metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) é uma forma de se avaliar o comportamento ingestivo de bovinos levando em consideração o metabolismo basal.

Mertens (1994) destaca que a base para expressar consumo não é a mesma para os mecanismos físicos e fisiológicos de controle. Para rações de baixa qualidade, em que ingestão é limitada pelo "enchimento" do rúmen, é ideal expressá-lo em %PV, por se encontrar mais relacionado ao tamanho e à capacidade do trato digestivo. Quando o consumo é limitado pela demanda fisiológica de energia, a melhor forma de expressá-lo é com base no peso metabólico.

Os dados encontrados para o consumo $\text{g/kg}^{0,75}$ dos nutrientes avaliados neste estudo, tiveram o mesmo comportamento de significância dos dados de consumo em relação ao peso (%PV), ou seja, até 75% de substituição não houve diferença estatística para MS, MO e PB. Não havendo efeito significativo no consumo de FDN e FDA.

Domingues (2006) ao analisar níveis de substituição de 0, 25, 50, 75 e 100% de farelo de algodão por torta de girassol na dieta de bovinos contendo 40% de cana-de-açúcar e 60% de concentrado com base na MS, obteve o consumo de 125,80; 119,49; 120,41; 112,10 e 107,38 $\text{g/kg}^{0,75}$, respectivamente. Estes valores são superiores ao encontrados neste estudo, entretanto observa-se o mesmo comportamento de redução de consumo de matéria seca ao utilizar como única fonte protéica um co-produto da produção do Biodiesel, contendo quantidades consideráveis de extrato etéreo, como é o caso da torta de girassol (25% de EE).

Véras et al. (2008) verificando o consumo diário de MS de bovinos fêmea, macho castrado e macho não castrado, recebendo silagem de milho como volumoso e concentrado a base de fubá de milho, farelo de algodão, uréia e mistura mineral, na relação de volumoso concentrado de 75:25, obtiveram o valor médio entre as condições sexuais de 70,95 g/kg^{0,75}. Este consumo foi inferior aos obtidos para os níveis de substituição de 0, 25 e 50%, onde foram encontrados 75,80; 78,30 e 77,13 g/kg^{0,75}, respectivamente.

Com o objetivo de se estimar as equações de regressão ajustadas para o consumo de MS, MO, PB, EE, FDN e FDA, foi encontrado apenas para o consumo kg/dia de MS o efeito linear negativo (Tabela 4). Para os demais dados, foi encontrado efeito quadrático. Logo é possível afirmar que a inclusão da torta de nabo forrageiro é limitada por comprometer sua ingestão quando usada em grandes proporções na dieta de bovinos.

Tabela 4 – Equação de regressão ajustadas e R² (coeficiente de determinação) dos diferentes parâmetros de consumos da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com os níveis de substituição

Nutrientes	Equação de Regressão	R ²
<i>kg/dia</i>		
MS	Y = 9,98057 - 0,02448 X	0,26
MO	Y = 6,29414 + 0,07604 X - 0,00109 X ²	0,42
PB	Y = 1,05243 + 0,01251 X - 0,00020100 X ²	0,62
EE	Y = 0,12698 + 0,00477 X - 0,00004113 X ²	0,45
FDN	Y = 3,13402 + 0,5056 X - 0,00065648 X ²	0,35
FDA	Y = 2,35223 + 0,03275 X - 0,00041965 X ²	0,34
<i>%PV</i>		
MS	Y = 1,51596 + 0,00504 X - 0,00009343 X ²	0,42
MO	Y = 1,03835 + 0,01127 X - 0,00016707 X ²	0,44
PB	Y = 0,17591 + 0,00175 X - 0,00003010 X ²	0,64
EE	Y = 0,02018 + 0,00088259 X - 0,00000806 X ²	0,49
FDN	Y = 0,51937 + 0,00750 X - 0,00009981 X ²	0,36
FDA	Y = 0,38529 + 0,00506 X - 0,00006589 X ²	0,35
<i>g/kg PV^{0,75}</i>		
MS	Y = 75,45223 + 0,25118 X - 0,00464 X ²	0,44
MO	Y = 51,46992 + 0,57265 X - 0,00843 X ²	0,44
PB	Y = 8,57047 + 0,09498X - 0,00156 X ²	0,65
EE	Y = 1,02510 + 0,03849 X - 0,00033255 X ²	0,48
FDN	Y = 25,67476 + 0,38322 X - 0,00506 X ²	0,36
FDA	Y = 19,19136 + 0,25083 X - 0,00326 X ²	0,35

Melo et al. (2008) avaliando o efeito da inclusão de farelo de nabo forrageiro com base na matéria seca de 0; 7,5 e 15% na dieta de bovinos Nelore, com peso e idade de 285 kg e 14 meses, respectivamente, mantidos em lotação rotacionada em capim *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu, recebendo 600 gramas/dia de suplemento com 35% PB, observaram um ganho de peso de 0,525; 0,613 e 0,463 kg/dia, para os níveis utilizados, respectivamente.

De uma maneira em geral, avaliando os diferentes parâmetros de ingestão de nutrientes determinados neste estudo, podemos citar como motivo da redução de consumo dos nutrientes do nível de substituição de 100%, o fato da caracterização do óleo da torta de nabo forrageiro, fatores antinutricionais e sua palatabilidade. Berchielli et al. (2006) relatam que certos ácidos graxos, especialmente os poliinsaturados, são tóxicos aos microrganismos ruminais, sendo as bactérias Gran (+), metanogênicos e protozoários, os mais suscetíveis.

O fato dos ácidos graxos poliinsaturados estarem na forma líquida à temperatura ruminal (38,5 a 39,5°C) contribuiu para o aumento de sua superfície de contato, facilitando desta forma a formação de uma capa protetora que impediu a adesão das bactérias ao substrato ruminal a ser fermentado, prejudicando de forma considerável a fermentabilidade ruminal realizada por elas. Portanto, a grande quantidade de ácidos graxos poliinsaturados observados por Ferreira et al. (2008) presentes no óleo da torta de nabo forrageiro (88%), evidência esta afirmação.

Parâmetros ruminais – pH

Os valores referentes ao pH do líquido ruminal, em função dos tempos de coleta (antes da alimentação, 2, 4, 6 e 8 horas) e dos respectivos níveis de substituição, estão expostos na Tabela 6.

Tabela 5 – Valores médios de pH do líquido ruminal dos animais antes (0 horas) e após o fornecimento das dietas (2, 4, 6 e 8 horas)

Tempo (horas)	Níveis de substituição					CV%
	0%	25%	50%	75%	100%	
0	6,69	6,83	6,72	6,65	6,99	3,14
2	6,46	6,63	6,62	6,52	6,77	3,59
4	6,39	6,50	6,62	6,50	6,81	3,50
6	6,40 ^b	6,53 ^{ab}	6,63 ^{ab}	6,56 ^{ab}	6,81 ^a	3,11
8	6,53	6,60	6,69	6,62	6,89	3,70

^{a,b}: Médias seguidas de letras diferentes, em linha, diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Dentre os fatores que afetam a redução do pH do líquido ruminal, o consumo dos nutrientes, relação volumoso:concentrado e os tipos de ingredientes utilizados, são notoriamente os mais significativos para a variação deste parâmetro em função do tempo após a alimentação dos animais. Neste sentido, a única diferença significativa foi verificada para o tempo 6, onde os níveis de inclusão 25, 50 e 75% foram os que apresentaram os maiores valores. Como 4 e 6 horas após a alimentação dos animais representam o máximo potencial de fermentação das bactérias no rúmen, atrelado aos maiores valores de consumo %PV das rações com até 75% de substituição, é possível verificar um pequeno comportamento tamponante proporcionado pela torta de nabo forrageiro.

Os valores encontrados para pH do líquido ruminal no presente estudo foram altos em razão da relação volumoso:concentrado utilizada, fundada nas exigências nutricionais para manutenção dos animais utilizados (NRC, 1996), que por sua vez já tinham atingido a maturidade fisiológica (610kg de peso vivo e 36 meses de idade).

O pH do líquido ruminal é um importante fator na atividade microbiana do rúmen, pois representa o comportamento da produção, via fermentação anaeróbica, dos ácidos graxos de cadeia curta produzidos no rúmen. Os dados obtidos neste estudo estão dentro da faixa de 6 e 7, considerada por Coelho da Silva e Leão (1979) como sendo a ideal e

também próxima de 6,5 onde ocorre, segundo estes autores, a atividade máxima dos microrganismos ruminal.

Apesar do valor de pH de 6,81, encontrado para o tempo 6 do nível de 100% de substituição, ter sido maior significativamente em comparação aos demais níveis, os valores deste parâmetro para os demais tempos também foram maiores numericamente para este nível de substituição. Fato este ocorrido em detrimento da redução do consumo dos nutrientes para este nível de substituição, conforme a Tabela 4.

Domingues (2006) ao analisar pH do líquido ruminal de bovinos alimentados com os níveis de substituição de 0, 25, 50, 75 e 100% de farelo de algodão por torta de girassol na dieta de bovinos contendo 40% de cana-de-açúcar e 60% de concentrado com base na MS, não observou diferença estatística entre os níveis estudados nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação.

Itavo et al. (2002) estudando a eficiência de síntese microbiana e parâmetros ruminiais em bovinos alimentados com uma dieta contendo 80% de volumoso (Feno de capim Tifton 85) e 20% de concentrado (fubá de milho, farelo de soja, uréia e suplemento mineral) com 15% de PB, observaram os valores de pH no líquido ruminal de 6,52; 6,66; 6,59; 6,29 e 6,41, para os tempos, 0; 2; 4; 6 e 8 horas, respectivamente. Levando em consideração que a relação volumoso:concentrado utilizada pelos autores, quando comparado ao estudada neste experimento, os dados de pH foram similares.

Cardoso et al. (2000) avaliando o efeito da relação volumoso:concentrado de 75:25 na dieta de novilhas F1 Limousin X Nelore, sobre os parâmetros de pH, observaram o valor mínimo de 6,12, ocorrendo 7,46 horas após o fornecimento da dieta aos animais, valor este inferior ao observado por todos os níveis avaliados neste estudo, também por volta deste tempo. O valor encontrado pelos referidos autores é justificado pela maior presença de concentrado na dieta.

Analisando o pH do líquido ruminal contidos na Tabela 6, é possível observar que os níveis até 75% de substituição proporcionaram valores próximos a 6,5. Neste sentido, Hoover (1986) revelou que a redução da síntese bacteriana e na digestibilidade ruminal da FDN, acontece quando o pH no líquido ruminal for inferior a 6,2. Portanto, sob o aspecto de dinâmica ruminal proporcionado pelo consumo das rações com os níveis de até 75% de substituição, provavelmente estes efeitos não devem ter ocorridos.

Foi verificado neste estudo correlação significativa entre Animal, Tratamento e Tempo, o mesmo não acontecendo para Tratamento e Tempo, por este último não se justifica desmembrar os dados para a análise de regressão de pH para cada tempo em função dos tratamentos. Todavia, foi verificado efeito cúbico para Tratamento ($Y = 5,89280 + 0,88499X - 0,33064X^2 + 0,03837X^3$ ($R^2 = 0,10$)) e quadrático para Tempo ($Y = 6,99072 - 0,26681X + 0,04063X^2$ ($R^2 = 0,04$)).

Parâmetros ruminais - N-NH₃

Os dados obtidos da quantificação do Nitrogênio Amoniacal (N-NH₃ mg/dl) no líquido ruminal estão localizados na Tabela 7.

Tabela 6 – Valores médios de nitrogênio amoniacal (N-NH₃ mg/dl) no líquido ruminal dos animais antes (0 horas) e após o fornecimento das dietas (2, 4, 6 e 8 horas).

Tempo (horas)	Níveis de substituição					CV%
	0%	25%	50%	75%	100%	
0	6,79 ^{ab}	8,96 ^a	6,16 ^{ab}	6,30 ^{ab}	4,97 ^b	21,21
2	6,44 ^b	8,54 ^a	6,02 ^b	5,88 ^b	4,41 ^b	16,23
4	4,76 ^b	7,91 ^a	6,04 ^{ab}	5,53 ^{ab}	4,06 ^b	22,00
6	3,85 ^b	6,30 ^a	5,67 ^{ab}	4,34 ^{ab}	3,71 ^b	22,12
8	3,57	5,60	4,48	4,62	3,71	22,99

^{a,b}: Médias seguidas de letras diferentes, em linha, diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$)

O Sistema Cornell (CNCPS), divide os microrganismos ruminais em dois grupos, os que fermentam carboidratos não fibrosos (CNF) e aqueles que fermentam carboidratos fibrosos (CF). Isso é importante devido a utilização do N presente no rúmen, já que as bactérias que fermentam apenas a parede celular usam somente a amônia como fonte de N para sua síntese. No entanto, as bactérias fermentadoras de CNF utilizam peptídeos, ou aminoácidos, ou amônia como fonte de N (RUSSEL et al., 1992).

A concentração de $N-NH_3$ no líquido ruminal obtidas neste estudo foi, de uma em geral, influenciada pelos níveis de torta de nabo forrageiro utilizados nas rações experimentais. Sabe-se a quantidade de $N-NH_3$ no líquido ruminal está diretamente relacionada com o perfil de degradação da proteína dietética e a disponibilidade de energia para o crescimento microbiano (COELHO DA SILVA & LEÃO 1979).

Avaliando os dados contidos na Tabela 7, é possível observar que antes da alimentação dos animais, os níveis 0, 25, 50 e 75% de substituição, apresentaram os maiores valores. Após 2 dias do fornecimento da dieta aos animais, a substituição de 25% de nabo forrageiro por farelo de soja foi o único que promoveu tal comportamento. Um das justificativas para tal fato, mesmo levando em consideração a redução da PDR desta ração quando comparado a ração isenta deste co-produto, é o aumento do consumo desta ração (Tabela 4).

Analisando as concentrações de $N-NH_3$ nos tempos de maior fermentação ruminal esperada para o tipo de relação volumoso:concentrado utilizada nesta avaliação (4 e 6), a presença da torta de nabo até 75% na dieta promoveu os maiores valores quando comparados à dieta controle (0%) e isenta de farelo de soja (100%). Tal fato pode estar relacionada a maior energia disponível para os microrganismos ruminais, em detrimento da presença do óleo contido na torta de nabo forrageiro, podendo desta forma ter ocorrido a

sincronização da taxa de degradação de proteínas e carboidratos, promovendo desta forma a maximização do crescimento microbiano ruminal. (VAN SOEST, 1994).

Alguns estudos “*in vitro*” sugerem que a concentração de N-NH₃ requerida para o máximo de síntese microbiana por unidade de substrato fermentável seja de aproximadamente 5 a 6 mg de N-NH₃/dL de fluido ruminal (SLYTER et al., 1979), faixa esta encontrada neste estudo para os níveis até 75% de substituição. Porém se a dieta fornecer altos teores de energia é sugerido trabalhar com concentrações maiores de N-NH₃, como Odle et al. (1987) apud Gabarra (2001), que obtiveram valores máximos de fermentação ruminal em bovinos de leite quando o teor de N-NH₃ foi de 22 mg/dL de líquido ruminal.

No estudo das possíveis correlações existentes entre Animal, Tratamento e Tempo e também para Tratamento e Tempo, não foram observados efeito significativo. Entretanto, na análise regressão, foi verificado efeito cúbico para tratamento ($Y = -0,77000 + 8,59767X - 2,91150X^2 + 0,27883X^3$, $R^2=0,23$) e efeito linear para a variável tempo ($Y = 7,33320 - 0,59649X$, $R^2=0,17$). O efeito linear para Tempo pode ser justificado pela redução de PDR na dieta dos animais quando a torta de nabo forrageiro foi substituindo o farelo de soja (Tabela 2), não proporcionando desta forma, segunda dados das médias dos tratamentos, grandes quantidades de proteína a ser fermentada e conseqüente ser observada uma maior concentração de N-NH₃ no líquido ruminal.

Parâmetro sanguíneo – Nitrogênio Uréico Plasmático (NUP)

Os dados referentes à concentração de Nitrogênio Uréico Plasmático (mg/dl) dos tempos analisados em função dos níveis de substituição estão expostos na Tabela 8.

Tabela 7 – Valores médios de nitrogênio uréico plasmático (NUP mg/dl) dos animais antes (0 horas) e após o fornecimento das dietas (2, 4, 6 e 8 horas).

Tempo (horas)	Níveis de substituição					CV%
	0%	25%	50%	75%	100%	
0	11,24	13,41	11,21	10,35	13,33	42,71
2	10,32 ^{ab}	17,20 ^a	7,65 ^b	11,17 ^{ab}	8,39 ^b	31,56
4	14,58	15,41	12,90	13,44	7,17	54,08
6	13,92 ^b	21,19 ^a	14,62 ^b	13,88 ^b	11,59 ^b	12,62
8	13,90 ^b	19,06 ^a	13,42 ^b	11,87 ^b	12,36 ^b	13,99

^{a,b}: Médias seguidas de letras diferentes, em linha, diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

A quantidade de N reciclado é reduzida quando a concentração ruminal de amônia é alta ou se a concentração da uréia do plasma é baixa. A uréia plasmática pode entrar no rúmen por duas vias: pela saliva ou por difusão através da parede ruminal. Quando a uréia entra no rúmen, encontra a uréase das bactérias que estão aderidas ao epitélio ruminal, sendo hidrolisada a amônia e CO₂.

A quantificação do NUP em animais ruminantes é uma ferramenta que contribui de maneira significativa, pois reflete o metabolismo protéico, desta forma é possível caracterizar o grau de degradação protéica no rúmen e também a absorção e metabolismo dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado dos animais. Neste sentido, foi verificado duas horas após a alimentação dos animais os valores de 10,32, 17,20 e 11,17 NUP mg /dl para os níveis de substituição de 0, 25 e 75% respectivamente. Valores estes maiores ao comparado aos demais níveis.

Avaliando o efeito do metabolismo protéico seis horas após a alimentação dos animais, verificou-se que a ração contendo 25% de substituição da torta de nabo forrageiro pelo farelo de soja, proporcionou a concentração de 21,19 NUP mg/dl. Apesar da quantidade de PDR desta ração ser menor numericamente quando comparado ao da dieta isenta de nabo forrageiro, o aumento de seu consumo (Tabela 3), grau de fermentação

protéica (Tabela 6) no rúmen e a digestibilidade da proteína bruta da dieta (BARBERO et al., 2007), maior fração protéica A, B1, taxa de degradação e degradabilidade efetiva da torta de nabo forrageiro quando comparado ao farelo de soja (FORTALEZA, 2007), contribuíram de maneira significativa para uma maior transformação de uréia pelo fígado dos animais. O mesmo efeito foi verificado para 8 horas após a alimentação, onde o nível de 25% substituição, proporcionou a conversão dos metabólicos nitrogenados no plasma na ordem de 19,06 NUP mg/dl.

De uma maneira em geral, avaliando o efeito da ração com 100% de torta de nabo forrageiro, sob os parâmetros de consumo, pH e N-NH₃, é possível afirmar que estes foram os fatores preponderantes para os valores de NUP encontrados. Logo, este nível de inclusão não é recomendado para se utilizar na dieta de bovinos como única fonte protéica, pois não proporcionou o consumo dos nutrientes dentro do esperado e por esta razão, influenciando os outros parâmetros avaliados. Uma razão para o não consumo deste tipo de ração certamente são os fatores antinutricionais, composição química pela menor palatabilidade.

Broderick et al. (1993), propuseram que concentrações de uréia plasmática em bovinos de corte menor que 11 mg/dL, indicavam uma deficiência de PDR nas rações fornecidas, o que provavelmente não ocorreu neste estudo, pois de uma maneira em geral os valores obtidos foram maiores ao relato pelo autor.

Domingues (2006) ao analisar o NUP de bovinos alimentados com os níveis de substituição de 0, 25, 50, 75 e 100% de farelo de algodão por torta de girassol na dieta de bovinos contendo 40% de cana-de-açúcar e 60% de concentrado com base na MS, observaram uma variação de 13,34 a 13,22 NUP mg/dl após 4 horas do fornecimento da ração aos animais. A autora ainda relata que apesar da proporção PDR das rações serem 6,71; 6,95; 7,48; 8,32 e 9,75%, para os níveis 0, 25, 50, 75 e 100%, respectivamente, ou seja,

umentarem conforme a inclusão da torta de girassol, a mesma não foi capaz de alterar significadamente as concentrações de NUP nos animais até 8 horas após alimentação dos mesmo. O mesmo não acontecendo neste experimento, pois houve efeito significativo nos tempos 2,4 e 6 horas, justificado pela alteração do consumo de matéria e dos níveis 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição apresentaram 4,65; 4,39, 4,15; 3,81 e 3,79% de PDR nas rações, respectivamente, conforme Tabela 2.

Não houve efeito significativo para o estudo da correlação existente entre Animal, Tratamento e Tempo, assim como para Tratamento e Tempo. Todavia, na análise de regressão, foi observado efeito linear negativo para Tratamento, onde a equação $Y = 14,85456 - 0,03824X$ ($R^2=0,03$) representa este comportamento em decorrência dos baixos níveis de NUP proporcionados pela dieta com 100% de torta de nabo forrageiro.

Uma das formas de viabilizar a utilização da torta de nabo forrageiro poderia ser a utilização de até 75% de substituição do farelo de soja, afirmação esta justificada pelo presente trabalho. Outra opção seria utilizá-lo na forma de farelo, haja vista que um dos responsáveis pela depreciação do consumo de matéria seca, e conseqüente alteração no metabolismo dos compostos nitrogenados, foi a presença de fatores antinutricionais, palatabilidade e principalmente pela caracterização do óleo presente na torta de nabo forrageiro.

Mais estudos são necessários para se conhecer as possíveis alterações no consumo e metabolismo de bovinos alimentados com torta de nabo forrageiro, principalmente quando utilizada dietas que tenham uma participação maior de concentrado quando comparado a este estudo. Portanto, a partir destes tipos de estudos, a viabilidade da utilização da torta de nabo forrageiro se torna cada mais clara, tornando-se mais um opção de suplemento protéico utilizado na pecuária nacional de corte.

8. CONCLUSÕES

A torta de nabo forrageiro pode substituir o farelo de soja em até 75% na dieta, com base na representação protéica deste último, de bovinos mantidos em dietas de regime de manutenção, por não proporcionar grandes alterações no consumo e metabolismo ruminal e sérico.

Mais estudos são necessários para se conhecer as possíveis alterações no consumo e metabolismo de bovinos alimentados com torta de nabo forrageiro, principalmente quando utilizadas dietas que tenham uma participação maior de concentrado quando comparado a este estudo.

9. LITERATURA CITADA

BARBERO, R. P.; et al. Consumo e digestibilidades totais da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta em bovinos de corte em respostas a níveis de torta de nabo forrageiro em substituição ao farelo de soja. **In: : ZOOTC 2007**, Londrina. 2007.

BERCHIELLI, T. T. et al. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583 p.

BRODERICK, G.A.; CRAIG, W.M.; RICKER, D.B. Urea versus true protein as supplement for lactating dairy cows fed grains plus mixtures of alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p.2266-2274, 1993.

CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin X Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000.

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

DOMINGUES, A. R. **Consumo de Matéria Seca, Parâmetros Ruminais e Sanguíneo de Bovinos de Corte em Resposta a Níveis de Torta de Girassol em Substituição ao Farelo de Algodão**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2006

FERREIRA, S. L.; et al. Análise por cromatografia gasosa de btex nas emissões de combustão interna alimentado com diesel e mistura diesel-biodiesel (B10). **Quim. Nova**, Vol. 31, No. 3, 539-545, 2008.

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.

HOOVER, W.H. Chemical factores involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Sciences**, v. 69, p.2755-2766, 1986.

ITAVO, L. C. V.; et al. Produção Microbiana e Parâmetros Ruminais de Novilhos Alimentados com Dietas Contendo Vários Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, , 2002. p.1553-1561

MELLO, D. F.; et al. **Avaliação do resíduo de nabo forrageiro extraído da produção de biodiesel como suplemento para bovinos de corte em pastagens**. Rev. Bras. Saúde Prod. An., v.9, n.1, p. 45-56. 2008

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY. EVALUATION AND UTILIZATION, 1994. **Proceedings...** Lincoln: University of Nebraska. 1994. p.450-493.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutriente requirements of beef cattle**. 7ed. Washington: National Academic Press, 1996, 242p.

RUSSELL, J. B, et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.11, p.3551-61, 1992.

SAS Institute. **SAS/STAT User's guide**. Version 8.2, 6ed, Cary: Statistical Analysis System Institute, NC, USA 1999-2001.

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

THIAGO, L. R. L. **Suplementação de bovinos em pastejo: aspectos práticos para o seu uso na manutenção ou no ganho de peso**. 1999.. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/naoseriadas/suplementthiago>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2009.

VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., RODRIGUEZ, N.M., et. al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. concentração de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, , 1997. p. 1270-1278.

VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta em bovinos. **In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES**, 1995, Viçosa, MG. **Anais...**Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.355-388.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University, 1994. p.35-336.

VERÁZ, R. M. L.; et al. Níveis de concentrado na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais: consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.5, 2008. p.951-960.

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa MG; UFV, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.