



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**FRACIONAMENTO *IN VITRO* DE CARBOIDRATOS E
PROTEÍNAS E CINÉTICA DA DEGRADAÇÃO *IN SITU* DE
ALGUNS ALIMENTOS CONCENTRADOS**

Autora: Ana Paula de Souza Fortaleza

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

Londrina – 2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ANA PAULA DE SOUZA FORTALEZA

**FRACIONAMENTO *IN VITRO* DE CARBOIDRATOS E
PROTEÍNAS E CINÉTICA DA DEGRADAÇÃO *IN SITU* DE
ALGUNS ALIMENTOS CONCENTRADOS**

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

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

Londrina
2007

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

F736f Fortaleza, Ana Paula de Souza.
Fracionamento *in vitro* de carboidratos e proteínas e
cinética da degra-dação *in situ* de alguns alimentos
concentrados / Ana Paula de Souza Fortaleza. – Londrina,
2007.
70f. : il.

Orientador: Leandro das Dores Ferreira da Silva.
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) –
Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal,
2007.
Inclui bibliografia.

1. Bovino – Alimentação e rações – Teses. 2. Nutrição animal –
Teses. I. Silva, Leandro das Dores Ferreira da. II. Universidade Estadual

COMISSÃO EXAMINADORA

Dr. Leandro das Dores Ferreira da Silva
Orientador
Departamento de Zootecnia – Universidade Estadual de Londrina

Dr. Edson Luis de Azambuja Ribeiro
Departamento de Zootecnia – Universidade Estadual de Londrina

Dra Angela Cristina Dias Ferreira
Departamento de Zootecnia – Universidade do Oeste Paulista

Londrina, 08 de Março de 2007

Dedico com amor

Ao meu avô *João Ferreira dos Santos (in memorian)*, com quem aprendi a amar as coisas do campo; pelo grande exemplo de vida e força de vontade.

Agradeço e Ofereço

Aos meus pais, *Getúlio e Maria*, a quem devo o que hoje sou. Pelo amor que dedicam a mim e pelo amor que sentem um pelo outro, amor que serviu de base para construir um lar do qual me orgulho e no qual me apoio para alcançar meus sonhos e ideais.

Aos meus irmãos, *João Victor e Ana Cláudia*, pelos momentos de alegria e cumplicidade que passamos juntos.

Homenageio

A *Tânia Mara Sedemakça* que durante dois anos, com dedicação e amizade, auxiliou-me na condução deste trabalho. Não tenho palavras para agradecer a amizade, o companheirismo e os ensinamentos, sobretudo ensinamentos de vida, que obtive na convivência com esta *GRANDE AMIGA*.

Difícil querer definir amigo...

Amigo é aquele que toca na sua ferida numa mesa de chopp, acompanha suas vitórias, faz piada pra te gozar ou amenizar os problemas.

Amigo é quem te dá um pedacinho do chão, quando é de terra firme que você precisa, ou um pedacinho do céu, se é o sonho que te faz falta.

É mais que um ombro amigo, é mão estendida, mente aberta, coração pulsante

É aquele que cede e não espera retorno, porque sabe que o ato de compartilhar um instante qualquer contigo já o realimenta, satisfaz.

É verdade e razão, sonho e sentimento. Amigo é para sempre, mesmo que o sempre não exista . . .

Fernando Luis Massaro Júnior

Rondineli Barbero

Valdecir de Souza Castro

Que estiveram ao meu lado nos dias de incubação na Fazesc; nos churrascos de última hora; nas tardes intermináveis no laboratório; nos momentos de “pensar” e analisar os dados; no dia de assistir o jogo no Papo-Cabeça, que não tinha TV. . .

Agradeço

Agradecimentos

A *Deus*, pela dádiva da vida e pela oportunidade de vivê-la intensamente.

Ao *Professor Leandro*, pela convivência amigável e dedicada orientação ao longo desses dois anos.

A *BioliX*, por fornecer a torta de nabo forrageiro, alimento concentrado utilizado no experimento.

À *Professora Ivone*, pela amizade e pelas palavras de incentivo.

Ao *Professor Edson e Marco Aurélio*, pelas dicas para a melhoria deste trabalho.

À *Professora Angela*, por aceitar tão gentilmente o convite para fazer parte da Banca Examinadora.

Aos alunos do Curso de Zootecnia, *Angelita, Felipe, Fernanda, Jarbas, Karine, Rafael, Ricardo e Rubens* sem os quais a realização deste trabalho não seria possível.

Aos amigos *Gustavo, Tiago e Rogério*, pelas infinitas horas divertidas no Laboratório de Nutrição Animal.

A amiga *Liliane*, que mesmo distante sempre esteve presente, em telefonemas carinhosos e recadinhos por e-mail.

Aos amigos do curso de Fisioterapia, *Carol, Cíntia, Danilo e Raquel* (inseparáveis até pela ordem alfabética), *Eduardo e Naiara* pelos almoços de final de semana e as rodas de violão.

Aos funcionários da Fazenda Escola que colaboraram na condução deste trabalho.

Sumário

Resumo	1
Introdução	3
Revisão de Literatura	5
Referências Bibliográficas.....	15
Objetivo Geral	22
Objetivos Específicos	22
Artigo 1 – Degradabilidade Ruminal <i>in situ</i> dos Componentes Nutritivos de Alguns Suplementos Concentrados Usados na alimentação de Bovinos	23
Resumo.....	23
Abstract.....	24
Introdução.....	25
Material e Métodos.....	27
Resultados e Discussão.....	32
Conclusões.....	50
Referências Bibliográficas.....	51
Artigo 2 – Fracionamento <i>in vitro</i> da Proteína Bruta e dos Carboidratos Totais de Alguns Suplementos Concentrados Usados na alimentação de Bovinos	56
Resumo.....	56
Abstract.....	57
Introdução.....	58
Material e Métodos.....	60
Resultados e Discussão.....	63
Conclusões.....	68
Referências Bibliográficas.....	68
Conclusão Geral	70

RESUMO

Dois experimentos foram conduzidos com objetivos de determinar as frações e a cinética de degradação dos compostos nitrogenados e dos carboidratos do caroço de algodão integral (CAI), do farelo de soja (FS), do grão de girassol (GG), da torta de nabo forrageiro (TN) e do grão de milho triturado (MT). No primeiro experimento foram utilizados cinco bovinos $\frac{1}{2}$ sangue Simental-Zebu, com aproximadamente 24 meses de idade, pesando em média 480 kg, castrados, fistulados no rúmen e distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (alimentos), em esquema de parcelas subdivididas representadas pelos tempos de incubação. A degradabilidade efetiva, a uma taxa de passagem de 5%/h, dos alimentos em estudo, variou de 40,93% a 67,35% para a matéria seca (MS); 35,88% a 58,28% para a matéria orgânica (MO); 48,95% a 72,50% para a proteína bruta (PB); 16,59% a 57,90% para a fibra em detergente neutro (FDN) e 20,48% a 65,25% para a fibra em detergente ácido (FDA). Concluiu-se que a torta de nabo forrageiro pode ser utilizada na ração de ruminantes para substituir o farelo de soja como fonte protéica, sem prejudicar os parâmetros cinéticos ruminais ou substituir o grão de girassol e o milho como fonte energética, apresentando a vantagem de disponibilizar maior quantidade de proteína, principalmente em relação a este último alimento. No segundo experimento, foram determinadas as frações protéicas e dos carboidratos dos alimentos. As frações nitrogenadas expressas em porcentagem da PB, variaram de 3,06% a 16,98% para a fração A; 4,86% a 27,23% para a fração B1; 42,49% a 70,68% para a fração B2; 3,02 a 17,37% para a fração B3 e 1,03 a 4,03 para a fração C. As frações de carboidratos, expressas em porcentagem dos carboidratos totais, variaram de 9,78 a 78,48% para as frações conjuntas A + B1, 7,54 a 58,44% para a fração B2 e 2,85 a 31,77% para a fração C. Concluiu-se que, dentre os alimentos analisados, o caroço de algodão integral

apresentou a maior porcentagem de proteína lentamente degradada no rúmen, enquanto a torta de nabo forrageiro apresentou maior porcentagem de proteína bruta de rápida degradação ruminal, devendo ser utilizada com alimentos que apresentam maiores taxas de degradação dos compostos fibrosos. Além disso fica evidenciada a importância de se considerar as frações nitrogenadas e dos carboidratos totais, que compõe os alimentos estudados, para melhores adequações de nitrogênio e energia em um balanceamento de rações para animais ruminantes.

Palavras-chave: biodiesel, co-produtos, proteína bruta, torta de nabo forrageiro, girassol, caroço de algodão

INTRODUÇÃO

De acordo com estimativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, o Brasil é hoje o maior exportador de carne bovina, tendo exportado em 2006 cerca de 1,4 milhões de toneladas de equivalente carcaça. Apesar do grande volume exportado, o faturamento é comprometido em consequência da falta de um acordo sanitário com alguns países e por estes restringirem o comércio em virtude da ausência de padrão de qualidade do produto brasileiro.

Fatores como produtividade, diversificação e qualidade tendem a ser cruciais para o desenvolvimento do setor e para o seu fortalecimento frente aos mercados interno e externo, bem como frente às políticas econômicas e de comércio internacional. Fatores genéticos, baixa eficiência reprodutiva, aspectos sanitários e nutricionais influem sobre o desempenho do setor primário da produção.

O custo com a alimentação representa cerca de 80% dos custos totais de produção, sendo assim, o interesse sobre o aproveitamento de co-produtos gerados da agroindústria e da produção agrícola na alimentação, principalmente de ruminantes, é cada vez maior, no sentido de reduzir os custos de produção e tornar a atividade mais rentável ao produtor.

O milho, alimento tradicionalmente utilizado como fonte de energia no balanceamento de rações, tem sofrido aumento de preço, principalmente em virtude do aumento da produção de etanol nos Estados Unidos. Alguns alimentos, como por exemplo, o grão de girassol, o caroço de algodão, raspas de mandioca, por possuírem elevados teores de energia, podem substituir o milho, com a vantagem de serem mais baratos.

Além de energia, para que os ruminantes consigam atingir produções máximas, precisam ingerir quantidades suficientes de proteína, sem no entanto esquecer que é

necessário sincronizar a disponibilidade de proteína e energia no rúmen com o objetivo de maximizar o crescimento microbiano.

Uma das principais fontes de proteína utilizadas nas rações de ruminantes é o farelo de soja, alimento que se caracteriza pelo seu elevado teor de proteína, bem como pela elevada degradação deste componente nutritivo no rúmen. No entanto, este alimento apresenta preço elevado e oscilação de oferta, sendo assim, torna-se necessário buscar alimentos alternativos que possam substituir esta fonte protéica, sem interferências negativas sobre os parâmetros ruminais e, conseqüentemente, no desempenho animal.

O objetivo deste trabalho foi determinar o fracionamento e a cinética de degradação dos compostos nitrogenados e dos carboidratos de alguns alimentos concentrados produzidos em condições tropicais.

REVISÃO DE LITERATURA

Os animais ruminantes possuem estômago composto formado por pré-estômagos não secretórios, denominados proventrículo, e um compartimento secretório, o abomaso, que é o estômago verdadeiro, responsável pela digestão química (Leek, 1996).

O proventrículo é dividido em três compartimentos: rúmen, retículo e omaso que, em conjunto representam aproximadamente 14,5% do peso vivo de um bovino adulto. O rúmen, antigamente considerado como um mero reservatório, exerce funções complexas de digestão, síntese e absorção (Lucci, 1997). A digestão de nutrientes como a celulose e a proteína ou a síntese de aminoácidos e vitaminas é função dos microrganismos, bactérias, protozoários e fungos, existentes no interior deste órgão (Coelho da Silva e Leão, 1979). Sendo assim, a retenção do alimento no ambiente ruminal submete-os à ação metabólica das comunidades microbianas (Hungate, 1988), dificultando a predição do desempenho animal a partir dos componentes da dieta (Russel et al., 1992).

Ao longo dos anos houve considerável avanço na nutrição dos ruminantes, mas esse progresso, na maioria das vezes, teve por base métodos experimentais empíricos que desconsideravam as múltiplas inter-relações microbianas ruminais e tratavam o ecossistema ruminal como não-modelável (Russel et al., 1992).

Essencialmente, o problema é entender e utilizar modelos adequados para descrever o relacionamento entre a composição química dos alimentos e a predição do desempenho animal (Van Soest e Fox, 1992). Esta proposta foi colocada, por vários estudiosos (Russel et al., 1992; Vieira et al., 2000; Rocha JR et al., 2003; Detmann et al. 2004) como essencial para o progresso da nutrição dos ruminantes, uma vez que o progresso não mais está ligado à necessidade de experimentos que combinem infinitamente todas as interações possíveis de alimentos.

Como meio de melhor caracterizar os componentes de um alimento, Sniffen et al. (1992) sugeriram que os compostos nitrogenados e os carboidratos totais dos alimentos fossem subfracionados nas frações A, basicamente constituída de compostos altamente solúveis; fração B1, correspondente à fração solúvel de rápida degradação no rúmen; fração B2, fração insolúvel de degradação intermediária; fração B3, que se refere à fração insolúvel de lenta degradação no rúmen e a fração não digestível no trato gastrintestinal, fração C.

Esse subfracionamento subsidiou o desenvolvimento do sistema de exigência nutricional denominado Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), sistema dinâmico que objetiva adequar a digestão ruminal de proteínas e carboidratos, com a finalidade de se obter o máximo desempenho das comunidades microbianas ruminais, a redução de perdas de nitrogênio pelo animal e a estimativa do escape ruminal de nutrientes (Russel et al., 1992; Sniffen et al., 1992), habilitando os nutricionistas de ruminantes a realizarem predições mais confiáveis sobre o desempenho dos animais (Van Soest e Fox, 1992).

Os alimentos produzidos sob condições tropicais apresentam composição nutricional diferente daqueles produzidos em regiões temperadas (Van Soest, 1994). Assim, são necessários estudos de caracterização das frações protéicas e das frações constituintes dos carboidratos totais de alimentos produzidos nestas condições.

Malafaia (1997) determinou as frações protéicas de diferentes alimentos produzidos sob condições tropicais e verificou que, entre os alimentos estudados, houve considerável variação nas frações nitrogenadas. O autor relatou que, o farelo de soja e o farelo de algodão apresentaram teores de proteína bruta semelhantes, 49,09 e 47,46%, respectivamente. No entanto o farelo de soja apresentou maior fração B1 (20,07%) e menor

fração B3 (2,18%) em relação ao farelo de algodão que apresentou para as frações B1 e B3 valores de 4,06 e 16,62%, respectivamente. Com base nestes resultados o autor recomenda que o farelo de soja, bem como outros concentrados ricos em fração B1, podem ser utilizados para atender à exigência de peptídeos dos microrganismos ruminais que utilizam os carboidratos não estruturais. Isto porque, de acordo com Russel et al. (1992), a biomassa de bactérias ruminais que utilizam esses carboidratos pode ser aumentada em até 18,7%, quando ocorre adequada disponibilidade da fração B1 no rúmen.

Pereira et al. (2000), em estudo sobre a determinação das frações protéicas da cana-de-açúcar, cama de frango e do farelo de algodão, observaram que esses alimentos destacaram-se pela elevada proporção da fração B2, sendo os valores de 71,01; 45,80 e 71,66 para cana-de-açúcar, cama de frango e do farelo de algodão, respectivamente. De acordo com Sniffen et al. (1992), a fração B2 é degradada em taxa intermediária no rúmen, disponibilizando aminoácidos e peptídeos tanto no rúmen, quanto no intestino delgado (Pereira et al., 2000).

De acordo com Malafaia (1997), para a adequação de energia no rúmen e nos intestinos, é necessário, considerar as frações que constituem os carboidratos totais de um alimento, além de sincronizar a degradação de energia e proteína no interior do rúmen.

A utilização de alimentos que apresentam elevados teores das frações solúveis dos carboidratos e maior porcentual de nitrogênio na fração solúvel pode implicar em melhor adequação energética ruminal e melhor crescimento microbiano (Lanna et al., 1996).

A caracterização dos carboidratos não estruturais como somatório das frações A + B1, fundamenta-se no aspecto da praticidade para cálculo de rações para ruminantes e no aspecto analítico, uma vez que as metodologias de determinação do amido, na maioria das

vezes, não resultam em valores verossímeis e não apresentam boa repetibilidade, em função da natureza heterogênea dos tecidos vegetais (Malafaia et al., 1997).

Alimentos com elevados teores de fibra em detergente neutro apresentam elevada fração B2 dos carboidratos, uma vez que esta fração corresponde á fração digestível da parede celular vegetal. Malafaia (1997) divulgou valores de 21,97; 25,47 e 40,29% para a fração B2 dos carboidratos para o sorgo moído (24,22% FDN), farelo de algodão (33,07% FDN) e farelo de trigo (43,03% FDN), respectivamente. Pereira et al. (2000) relatou valor inferior para a fração B2 do farelo de algodão, 21,00%, no entanto, este alimento apresentou menor teor de FDN (28,30%) em relação ao utilizado por Malafaia (1997).

Os sistemas de exigências nutricionais requerem, além das frações que constituem os carboidratos totais e a proteína, estimativas precisas sobre as taxas de degradação dos alimentos (Pell et al., 1994; Van Soest, 1994). As técnicas de avaliação dos parâmetros cinéticos da degradação ruminal dos alimentos compreendem estudos sobre o desaparecimento da massa de amostra incubada ou a quantificação dos produtos finais da atividade microbiana durante o período de incubação com os microorganismos ruminais (Pell et al., 1994). A primeira, denominada técnica gravimétrica envolve estudos *in situ* ou *in vitro*, e a segunda, conhecida como técnica metabólica, avalia a produção cumulativa dos gases dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄).

A técnica *in situ* permite o contato íntimo do alimento teste com o ambiente ruminal, não existindo melhor forma de simulação do ambiente ruminal para um dado regime de alimentação, embora o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos, como mastigação, ruminação e passagem (Van Soest, 1994). Essa técnica requer a utilização de animais fistulados no rúmen, para que os sacos de náilon sejam incubados por determinados períodos de tempo. A determinação do valor nutritivo *in situ* permite obter

valores mais próximos dos valores encontrados com ensaios *in vivo* (Nocek, 1988; Mertens, 1993). Lorensi et al. (1992) encontraram um coeficiente de correlação de 0,68 para a matéria seca e 0,73 para a matéria orgânica entre a digestibilidade *in situ* e *in vivo* para 48 horas de incubação e 0,58 e 0,60, para os mesmos componentes nutritivos, quando o tempo de incubação foi de 72 horas. O maior problema da técnica *in situ* é a ação filtrante das partículas em ambos os sentidos (Van Soest, 1994). Dessa forma, o método *in situ* apresenta maior variação quando comparado com a técnica *in vitro*.

Nocek (1988) ressalta, ainda, que vários aspectos desta técnica, como por exemplo, tamanho dos poros, granulometria do alimento e quantidade de amostra incubada nos sacos de náilon, podem influenciar a interpretação dos resultados obtidos. Decorre daí a necessidade de uma tentativa de uniformização da técnica entre laboratórios, cabendo aos pesquisadores a responsabilidade de concretizá-la. Apesar destas desvantagens em relação à técnica *in vitro*, a incubação *in situ* de alimentos no interior do rúmen é uma técnica bastante utilizada para caracterizar os alimentos.

Com o aumento nos custos de produção, há um crescente interesse sobre o aproveitamento de co-produtos originados na produção agrícola e agroindústria na alimentação animal com o objetivo de se fornecer alimentos alternativos e economicamente viáveis, sem concorrer diretamente com a alimentação humana (Prado e Moreira, 2002). Esses co-produtos têm potencial de uso na alimentação animal, principalmente para animais ruminantes, podendo reduzir os custos de produção (Silva, 1999). No entanto, para que tragam benefícios nos índices produtivos, torna-se necessária sua caracterização.

Em virtude da diminuição das reservas petrolíferas no mundo e iminentes crises do petróleo, o alto preço deste combustível tem impulsionado a procura por fontes alternativas de energia, dentre elas, o biodiesel tem se destacado por ser uma fonte de energia renovável

e de menor custo de obtenção em relação, por exemplo, a energia solar ou eólica (Penido, 2007). O nabo forrageiro, assim como o girassol e a mamona, pode ser utilizado para extração de óleo que após um processo de transesterificação origina o biodiesel. A torta de nabo forrageiro, co-produto gerado deste procedimento, apresenta potencial de utilização na alimentação de ruminantes, principalmente em virtude de seu alto teor de proteína.

A inclusão, nas rações, de produtos regionais, tais como caroço de algodão e o grão de girassol, que podem ter preço e disponibilidade favoráveis em relação a outras fontes convencionais de proteína, como por exemplo o farelo de soja, pode constituir uma alternativa na alimentação animal.

A cultura do algodão apresenta destaque em vários estados brasileiros, como por exemplo nos estados do Mato Grosso, Bahia e Goiás, onde, em 2006, de acordo com dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento foram produzidos 1683; 822 e 432 mil toneladas, respectivamente (BRASIL, 2007). O uso da semente de algodão tem despertado grande interesse na alimentação de ruminantes, pois se considera que, para cada 100 kg de fibra de algodão produzida no campo, ocorra uma produção de, aproximadamente, 165 kg de sementes (Martins, 1990).

O uso do caroço de algodão integral na alimentação animal tem sido bastante discutido entre os pesquisadores da área (Zeoula et al., 1995; Villela et al, 1996; Teixeira et al., 2002; Beran et al, 2005). É um alimento ímpar, em virtude de seus altos teores de energia, sendo relativamente rico em proteína e, além disso, não requer nenhum tipo de processamento (Ensminger et al., 1990). Keele et al. (1989) relataram a composição do caroço integral de algodão com 21,3% de proteína bruta e 15,4% de extrato etéreo. De acordo com o NRC (1989), o caroço de algodão integral contém 23,0% de proteína bruta e

20,0% de extrato etéreo, valores próximos aos encontrados por Zeoula et al. (1995) de 22,1% e 18,9%, para proteína bruta e extrato etéreo, respectivamente.

O alto valor energético do caroço de algodão é consequência do elevado teor de lipídeos presente neste alimento, sendo que esta característica pode trazer respostas positivas à alimentação de ruminantes, uma vez que o óleo presente nas rações pode promover benefícios, quando os animais estiverem em condições de estresse calórico, suprimindo os requisitos energéticos nas condições de consumo reduzido (Chalupa et al, 1984).

Apesar de os óleos serem utilizados na alimentação de ruminantes, deve-se lembrar que os ácidos graxos insaturados, quando utilizados em grande quantidade, afetam a fermentação ruminal. De acordo com Van Soest (1994) isto ocorre porque os ácidos graxos insaturados possuem ação tóxica sobre os microorganismos gram-positivos, alterando o ambiente ruminal, com consequente diminuição da digestão da fibra e do consumo de matéria seca. Coppock et al. (1985) e Hawkins et al. (1985) verificaram menor consumo de matéria seca com a inclusão do caroço de algodão na dieta, no entanto, resultados divergentes foram divulgados por Smith et al. (1981) e Villela et al. (1996), que concluíram que a adição de caroço de algodão até 30% da dieta não alterou o consumo.

O efeito da adição de gordura na dieta, sobre a digestão e a disponibilidade de nutriente parece ser controverso. De acordo com Coelho da Silva e Leão (1979), níveis de gordura na ração para ruminantes, acima de 7%, com base na matéria seca, causam decréscimo no consumo voluntário de alimentos e na digestibilidade de alguns nutrientes, no entanto, Zeoula et al. (1995), verificaram que, com exceção da proteína bruta, não houve diferença entre os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes em animais que receberam dietas com 6,5 e 8,1% de extrato etéreo.

Palmquist e Jenkins (1980), citados por Coppock et al. (1985), notaram que a gordura tem, com frequência, reduzido a digestibilidade, particularmente da fração fibrosa, mas este efeito poderia ser revertido pelo fornecimento de cátions, especialmente o cálcio. De acordo com Lucci (1997), dietas ricas em gordura aumentam as perdas fecais de cálcio por meio da formação de sabões, aumentando assim, a exigência de cálcio dietético.

De acordo com Beran et al. (2005), em virtude do seu elevado teor de fibra, o caroço de algodão apresenta elevada fração indigestível da matéria seca, 39,68%; resultado semelhante foi relatado, pelo mesmo autor, para o girassol parcialmente desengordurado (40,22%) e a torta de girassol (36,69%).

Teixeira et al. (2002) verificaram que o caroço de algodão inteiro apresenta menor degradabilidade efetiva da proteína bruta (17,8%) em relação ao caroço de algodão moído (55,2%). De acordo com os autores, apesar dos baixos valores de degradabilidade efetiva do caroço de algodão inteiro deve-se considerar que o fornecimento desse, nessa forma, é uma maneira de aumentar a fração de proteína não degradada no rúmen, o que, em alguns casos, pode ser fundamental no balanceamento de rações.

Vieira et al. (1992) consideram que para as regiões tropicais e subtropicais uma alternativa alimentar de baixo custo para a ração é o girassol, que devido a suas características agronômicas, como por exemplo resistência a fatores abióticos, adaptação, ciclo reprodutivo e época de semeadura, tem se tornado uma importante alternativa econômica nos sistemas de rotação, de consórcio e de sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos. No Brasil, a produção de girassol cresceu de 15,8 mil toneladas em 1998 para 64,5 mil toneladas em 2006, enquanto a área plantada aumentou de 12,4 para 43,9 mil ha (CONAB, 2006).

A grande importância econômica desta oleaginosa se deve a excelente qualidade do óleo comestível e aproveitamento dos co-produtos da extração do óleo para rações balanceadas (Rossi, 1997), ou na formulação de isolado protéico para enriquecimento de produtos de panificação e derivados cárneos (Reyes et al., 1985). De acordo com Fernandes et al. (1998), o óleo de girassol apresenta ótimas características nutricionais, dentre elas, alta relação de ácidos graxos polinsaturados/saturados (65,3%/11,6%). O principal ácido graxo insaturado presente no óleo de girassol é o ácido linoléico (65%), que por não ser sintetizado pelo organismo, é classificado como essencial, participando de funções fisiológicas do organismo (Andrade, 1994).

O grão de girassol, que segundo Bett et al. (2004b) possui 53,7% de fibra em detergente neutro, 25,6% de proteína bruta e 81,0% de nutrientes digestíveis totais, caracteriza-se como uma importante fonte de energia. Vários autores têm verificado que o girassol, na forma de silagem, semente, farelo ou torta, apresenta características que permitem o seu uso na alimentação animal (Mello e Nörnberg, 2004; Branco et al., 2006; Domingues, 2006; Mendes et al., 2006).

Beran et al. (2005) divulgaram degradabilidade efetiva a taxa de passagem de 5%/h de 69,11 e 51,37% para a matéria seca e 68,52 e 49,60% para a matéria orgânica do grão de girassol integral e parcialmente desengordurado, respectivamente. Os autores salientam que essa diferença é consequência do teor de óleo existente no grão de girassol.

Bett et al. (2004a) divulgaram que a matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro dos grãos de girassol quebrados apresentam maior degradabilidade efetiva a taxa de passagem de 5%/h, em relação aos grãos inteiros. Os valores divulgados pelos autores são 65,20%; 80,90 e 56,20%; 26,10; 21,00 e 14,50% para a MS, PB e FDN dos grãos quebrados e inteiros, respectivamente. Este comportamento, de acordo com os

autores, é consequência da maior área de contato das amêndoas da semente com o meio externo, promovendo maior área de ataque aos microrganismos, favorecendo maior crescimento dos microrganismos ruminais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. D. **Ácidos graxos ômega-3 em peixes, óleos de peixes e óleos vegetais comestíveis.** 1994. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá.

BERAN, F. H. B., SILVA, L. D. F., RIBEIRO, E. L. A. et al. Degradabilidade ruminal in situ da matéria seca e proteína bruta de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 405-418, 2005.

BETT, V.; OLIVEIRA, M. D. S., MATSUSHITA, M. et al. Effects of sunflower oilseed supplementation on fatty acid profile and milk composition from holstein cows. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 95 - 101, 2004b.

BETT, V.; OLIVEIRA, M. D. S.; SOARES, W. V. B. et al. Digestibilidade in vitro e degradabilidade in situ de diferentes variedades de grãos de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 513 – 519, 2004a.

BRANCO, A. F.; CONEGLIAN, S. M.; MAIA, F. J. et al. Digestibilidade intestinal verdadeira da proteína de alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1788-1795, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). 2007. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/AGRICULTURA_EM_NUMEROS_2006>. Acesso em 3 fev. 2007.

CHALUPA, W; RICKABAUEH, B.; KRONFED, D. S. et al. Rumen fermentation in vitro as influenced by long fatty acids. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 7, p. 1439 - 1444, 1984.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de Nutrição de Ruminantes**. São Paulo: Livrocere, 1979. 232 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. 2007. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/.../semanais/semana2905a02062006/conjuntura_de_girassol_de_29_de_maior_a_02_de_jun_2006.pdf>. Acesso em 7 fev. 2007.

COPPOCK, C. E.; LANHAM, J. K.; MOYA, J. R. et al. Effects of amount of whole cottonseed on intake, digestibility, and physiological responses of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 9, p. 2248 - 2258, 1985.

DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. et al. Validação de equações preditivas da fração indigestível da fibra em detergente neutro em gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1866 - 1875, 2004.

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**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina. Londrina.

ENSMINGER, M. E.; OLDFIELD, J. L.; HEINEMANN, W. W. **Feed and nutrition**. California: The Ensminger Publishing Company, 1990.

FERNANDES, F. D.; AMABILE, R. F.; GOMES, A. C. et al. Composição química de sementes de dois genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) cultivados nos cerrados do Distrito Federal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998. **Anais ...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998, p. 602 – 604.

HAWKINS, G. E.; CUMMINS, K. A.; SILVERIO, M. et al. Physiological effects of whole cottonseed in the diet of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 10, p. 2608 - 2614, 1985.

HUNGATE, R. E. Introduction: The ruminant and the rumen. In: HOBSON, P. N. **The rumen microbial ecosystem**. London: Elsevier, 1988. p. 1-19.

KEELE, J. W.; ROFFLER, R. E; BEYERS, K. Z. Ruminant metabolism in non lactating cows fed whole cottonseed or extruded soybeans. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, p. 1612 - 1622, 1989.

LANNA, D. P. D; FOX, D. G.; BALSALOBRE, M. A. A. et al. Utilização da metodologia de análises de alimentos do CNCPS e do sistema de produção de gás in vitro na estimativa do valor nutricional do capim-elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.289 – 291.

LEEK, B. F. Digestão no Estômago de Ruminantes. In: SWENSON, M. J.; WILLIAM, O. R. (Ed.) **Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 353-379.

LORENSI, E. T.; SANCHEZ, L. M. B.; PIRES, M. B. G. Comparação entre as técnicas in vivo, in situ, in vitro e in vitro com sacos de náilon para avaliação da digestibilidade de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 366-377, 1992.

LUCCI, C. de S. **Nutrição e manejo de bovinos leiteiros**. São Paulo: Manole, 1997. 169p.

MALAFAIA, P. A. M. **Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos de alimentos por técnicas in situ, in vitro e de produção de gases**. 1997. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, R. A. M. Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1243 - 1251, 1997.

MARTIN, S. D. Gossypol effects in animal feeding can be controlled. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 62, n. 33, p. 64 – 89, 1990.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L. Fracionamento dos carboidratos e proteínas de silagens de milho, sorgo e girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1537 - 1542, 2004.

MENDES, A. R.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L. et al. Cinética digestiva e eficiência de síntese de proteína microbiana em novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 264 - 274, 2006.

MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Eds). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. England: Cambridge University Press, 1993, p. 13 – 51.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6th ed. Washington: National Academy Press, 1989. 157 p.

NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p.2051-2069, 1988.

PELL, A. N.; SCHOFIELD, P.; STONE, W. C. Rates of digestion of feeds measured in vitro with computers. **Proceeding Cornell Nutrition Conference**, v 1, n. 13-15. 1994, p. 74-81.

PENIDO, H. R. Biodiesel: debates e propostas. A inclusão social, a preservação ambiental e os ganhos econômicos. Disponível em: < [ttp://jus2.uol.com.br/doutrina/texto](http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto)>. Acesso em: 8 jan. 2007.

PEREIRA, E. S.; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. F. et al. Determinação das frações protéicas e de carboidratos e taxas de degradação in vitro da cana de açúcar, da cama de frango e do farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1887 - 1893, 2000.

PRADO, I. N.; MOREIRA, F. B. Alimentos alternativos usados para suplementação de bovinos de corte. In: _____. **Suplementação de bovinos no pasto e alimentos usados na bovinocultura**. Maringá: EDUEM, 2002. p. 61-160.

REYES, F.G.R.; GARIBAY, C.B.; UNGARO, C.B. et al. **Girassol**: cultura e aspectos químicos, nutricionais e tecnológicos. Campinas: Fundação Cargil, 1985. 88p.

ROCHA JR., V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; BORGES, A. M. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos e validação das equações propostas pelo NRC (2001). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v., 32, n.2, p.480 - 490, 2003.

ROSSI, R.O. **Girassol**. Curitiba: Tecnoagro, 1997. 333p.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR; J. D., VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I – Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 3551-3561, 1992.

SILVA, L. D. F. **Degradabilidade ruminal da casca de soja e fontes protéicas e seus efeitos nas digestões ruminal e intestinal de bovinos**. 1999. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. Jaboticabal.

SMITH, M. E.; COLLAR, L. S.; BATH, D. L. et al. Digestibility and effects of whole cottonseed fed to lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.64, n. 11 p.2209 - 2215, 1981.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and Protein Availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 3562-3578, 1992.

TEIXEIRA, J. C.; SILVA, E. A.; BRAGA, R. A. N. et al. Cinética da digestão ruminal do caroço de algodão e do grão de milho em diferentes formas físicas em vacas holandesas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 842 - 845, 2002.

VAN SOEST, P. J. **Nutricional Ecology of the Ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G. Discounts for net energy and protein. Fifth revision. **Proceeding Cornell Nutrition Conference**, v. 1, n. 13-15, p. 40-53. 1992.

VIEIRA, R. A. M.; PEREIRA, J. C.; MALAFAIA, P. A. M. et al. Simulação da dinâmica de nutrientes no trato gastrointestinal: aplicação e validação de um modelo matemático para bovinos a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.3, p.898 - 909, 2000.

VIEIRA, S.L.; PENZ, A.M.; LEBOUTE, E.M. et al. A nutritional evaluation of a high fiber sunflower meal. **The Journal of Applied Poultry Reserch**, Essex, v.1, n. 4, p. 382 - 388, 1992.

VILLELA, S. D. J.; VALADARES FILHO, S. C; SILVA, F. F. C. et al. Caroço de algodão para vacas leiteiras. I. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 298 - 308, 1996.

ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; PRADO, I. N. et al. Consumo voluntário e digestibilidade aparente do caroço integral de algodão e bagaço hidrolisado de cana-de-açúcar para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 38 - 48, 1995.

Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo determinar as frações e a cinética de degradação dos compostos nitrogenados e dos carboidratos de alguns alimentos concentrados produzidos em condições tropicais.

Objetivos Específicos

- Determinar a composição bromatológica dos alimentos concentrados em estudo;
- Determinar nos alimentos concentrados, as frações protéicas e de carboidratos;
- Estimar os parâmetros cinéticos da degradação da matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e da proteína bruta do alimento, utilizando a técnica de incubação *in situ*.

Degradabilidade Ruminal *in situ* dos Componentes Nutritivos de Alguns Suplementos Concentrados Usados na Alimentação de Bovinos.

Resumo – As degradabilidades *in situ* da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e da fibra em detergente neutro (FDN) do caroço de algodão integral (CAI), farelo de soja (FS), grão de girassol (GG), torta de nabo forrageiro (TN) e do milho triturado (MT) foram determinadas com a incubação de sacos de náilon no rúmen de cinco bovinos $\frac{1}{2}$ sangue Simental-Zebu. As degradabilidades efetivas (DE) da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) a taxa de passagem de 5%/h, foram, respectivamente, 40,93 e 48,95% para o caroço de algodão integral; 67,35 e 53,20% para o farelo de soja; 63,38 e 72,50% para o grão de girassol; 66,59 e 57,82 para torta de nabo forrageiro e 63,65 e 54,18% para o milho triturado. Por meio das taxas de fermentação dos diferentes componentes nutritivos determinadas neste experimento, pode-se concluir que a torta de nabo forrageiro tem potencial para substituir o farelo de soja como fonte protéica na alimentação de ruminantes; o grão de girassol apresenta elevada fração solúvel da proteína bruta e o teor de extrato etéreo presente no caroço de algodão pode afetar negativamente a degradação da matéria seca e da matéria orgânica deste alimento, principalmente quando este é fornecido triturado aos animais.

Palavras-chave: caroço de algodão, co-produtos, farelo de soja, grão de girassol, matéria orgânica, matéria seca, proteína bruta, taxa de passagem, torta de nabo forrageiro.

Ruminal Degradability *in situ* of Nutritive Components of some Concentrates used in Bovine Feeding

Abstract - Degradability “in situ” of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) of whole cotton seed (WCS), soybean meal (SM), sunflower seed (SS), turnip cake (TC) and ground corn (GC) were determined with incubation of nylon bags in the rumen of five steers ½ Simmental-Zebu. The effective degradability (ED) of dry matter and crude protein with 5%/h of passage rate were respectively 40,93 and 48,95% for cotton seed; 67,35 and 53,20% for soybean meal; 63,38 and 72,50% for sunflower seed; 66,59 and 57,82% for turnip cake and 3,65 e 54,18% for ground corn. Through the fermentation rates of the different nutritious components determined on this experiment it was concluded that turnip cake has a potential to substitute soybean meal as a protein source in ruminant feeding; sunflower seed presents a high soluble fraction of crude protein and the cotton seed ether extract may affect negatively the degradation of dry matter and organic matter of this feed, specially when provided ground to the animals.

Key-words: co-products, cotton seed, crude protein, dry matter, organic matter, passage rate, soybean meal, sunflower seed, turnip cake

01. INTRODUÇÃO

Para alcançar elevados níveis de produção torna-se necessário o fornecimento de concentrados protéicos aos animais ruminantes. Isto porque, os volumosos geralmente não apresentam níveis suficientes daqueles nutrientes necessários para a maximização da produção, principalmente proteína.

As exigências dos animais ruminantes em proteínas são atendidas pelos aminoácidos absorvidos no intestino delgado, sendo estes provenientes, principalmente da proteína microbiana e da proteína dietética não degradada no rúmen. Tanto o sistema americano National Research Council (1989), como o britânico AFRC (1993), calcula as exigências protéicas em função da proteína metabolizável, no entanto, para que animais altamente produtivos possam expressar seu potencial genético é preciso maximizar a eficiência da síntese de proteína microbiana e da proteína não degradada no rúmen (Valadares Filho e Valadares, 2001). Sincronizando a liberação da amônia e a fermentação dos carboidratos, a uma mesma taxa de degradação, promove-se a maximização da síntese de proteína microbiana, aumentando a ingestão de proteína metabolizável. Esta, também, pode ser aumentada com o fornecimento de proteínas de baixa degradação, com maior escape da fermentação ruminal, sendo este processo influenciado pela taxa de passagem (Martins et al., 1999)

Nos últimos anos agrícolas, a produção dos alimentos energéticos e protéicos, componentes das rações para produção de carne bovina, tem apresentado grande oscilação na sua oferta em virtude de variações no rendimento de grãos. Este cenário, associado à desvalorização da moeda nacional, contribuiu, de acordo com Neumann et al. (2002), para o aumento dos custos de produção dos insumos e, com a não valorização adequada do

produto final, a alimentação de bovinos de corte tornou-se um investimento oneroso ao produtor.

Neste sentido, há um crescente interesse sobre o aproveitamento de co-produtos originados na produção agrícola e agroindústria na alimentação animal com o objetivo de se fornecer alimentos alternativos e economicamente viáveis, sem concorrer diretamente com a alimentação humana (Prado e Moreira, 2002). Esses co-produtos têm potencial de uso na alimentação animal, principalmente para animais ruminantes, podendo reduzir os custos de produção (Silva, 1999), no entanto, para que tragam benefícios nos índices produtivos, torna-se necessária à caracterização destes.

A técnica de degradabilidade *in situ*, avalia os parâmetros cinéticos da degradação ruminal dos alimentos por meio do desaparecimento da massa de amostra incubada e, de acordo com vários pesquisadores (Johnson, 1966; Mehrez e Orskov, 1977; Orskov et al., 1980), é um método preciso, simples e rápido para determinar o valor nutritivo de um alimento. De acordo com Van Soest (1994), embora o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos, como mastigação, ruminação e passagem, não há melhor forma de simulação do ambiente ruminal para um dado regime de alimentação do que a técnica *in situ*, isto porque esta técnica permite o contato íntimo do alimento teste com o ambiente ruminal.

O presente trabalho teve como objetivo determinar as degradabilidades *in situ* da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), em bovinos, do caroço de algodão integral, farelo de soja, grão de girassol, torta de nabo forrageiro e milho triturado, levando em consideração as taxas de passagem de 3; 5 e 8%/h preconizadas pelo AFRC (1993).

02. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local

Este experimento foi realizado nas instalações da Unidade Experimental de Bovinos de Corte (UNEB) da Fazenda Escola e as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia (DZO), da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

2.2. Animais e manejo experimental

Foram utilizados cinco bovinos $\frac{1}{2}$ sangue Simental-Zebu, com aproximadamente 24 meses de idade, pesando em média 480 kg, castrados e providos de fístulas permanentes no rúmen, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em cinco tratamentos (alimentos) em um esquema de parcelas subdivididas, representadas pelos tempos de incubação.

2.3. Alimentos e rações

O volumoso utilizado na formulação da ração experimental foi a silagem de cana-de-açúcar. A ração completa foi composta por uma relação de volumoso:concentrado de 56:44, balanceada com 14% PB, de forma a atender as exigências nutricionais conforme as recomendações do NRC (1989). O farelo de soja (FS), a torta de nabo forrageiro (TN), o grão de girassol (GG) e o caroço de algodão integral (CAI) foram utilizados como fontes suplementares de proteína, enquanto o milho triturado (MT) foi utilizado para o ajuste da exigência energética. O sal mineralizado (SM) foi misturado na ração concentrada a 0,37%,

base na matéria seca (MS), para atender as exigências dos animais em macro e micro minerais.

A composição química e bromatológica dos ingredientes usados e a formulação da ração podem ser visualizadas, respectivamente, nas Tabelas 1 e 2.

O fornecimento da ração completa aos animais foi feito de forma que as sobras nos cochos em um período de 24 horas fossem de 5 a 10% da matéria seca fornecida em dois arraçoamentos diários, as 8 e às 18 horas.

Tabela 1 – Composição química e bromatológica dos ingredientes usados na ração (%MS).

Ingredientes	Silagem de Cana	Caroço de Algodão	Farelo de Soja	Grão de Girassol	Torta de Nabo	Milho Triturado
MS	20,37	92,61	88,79	92,65	94,87	88,88
MO	98,79	96,33	93,94	94,96	94,94	98,67
EE	1,34	15,42	2,90	32,65	14,26	3,09
PB	4,50	21,66	52,15	15,99	43,31	10,50
FDN	81,97	63,23	9,40	38,73	15,43	9,38
FDA	51,69	41,78	7,51	32,32	14,23	6,53
Hemic.	30,28	21,45	1,89	6,42	1,20	2,86
LDA ¹	7,96	8,40	8,40	38,20	2,56	0,45
CHT	89,96	59,24	38,20	46,32	37,37	85,08

1- LDA: Lignina obtida por meio de digestão ácida (H₂SO₄ a 72%).

Tabela 2 – Porcentagem dos ingredientes e composição bromatológica da ração experimental (%MS).

Ingredientes	(%)	Nutriente	%
Silagem de Cana	56,00	Matéria Orgânica	96,42
Caroço de Algodão	16,07	Matéria Mineral	3,58
Farelo de Soja	6,78	Proteína Bruta	14,45
Grão de Girassol	6,27	Extrato Etéreo	6,36
Torta de Nabo	8,25	Fibra em Detergente Neutro	61,35
Milho Triturado	6,26	Fibra em Detergente Ácido	35,83
Sal Mineral	0,37	Carboidratos Totais	75,62

2.4. Análises Bromatológicas

As análises bromatológicas da silagem de cana-de-açúcar (SC), do grão de girassol (GG), do farelo de soja (FS), da torta de nabo forrageiro (TN), do milho triturado (MT) e do caroço de algodão integral (CAI), bem como a análise dos resíduos da incubação *in situ* foram realizadas no Laboratório de Análises Bromatológicas do Departamento de Zootecnia.

As análises para determinação da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), foram realizadas em triplicata seguindo procedimento padrão da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990). As determinações de lignina, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). Os carboidratos totais (CHT) foram calculados de acordo com a metodologia da Universidade de Cornell, descrita por Sniffen et al. (1992), em que $CHT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$.

2.5 Experimento de degradabilidade *in situ*

As degradabilidades da MS, MO, PB, FDN e FDA, do caroço de algodão (CAI), farelo de soja (FS), grão de girassol (GG), torta de nabo forrageiro (TN) e do milho triturado (MT), foram determinadas pela técnica *in situ*, utilizando-se sacos confeccionados em náilon 100 % poliamida, não resinado, medindo 14,00 cm x 7,00 cm, com poros de 50 micrômetros, selados por infusão com resistência elétrica. Estes foram identificados, pesados e receberam, em média, sete gramas de matéria seca de cada um dos alimentos anteriormente citados, triturados previamente em moinho dotado de peneira com crivos de 2 mm de diâmetro.

Após um período de 15 dias de adaptação á dieta e ao manejo experimental, os sacos de náilon, em número de 10 repetições para os tempos 3; 6; 12; 24; 48 e 72 horas de incubação foram amarrados aos elos de uma corrente com 50 cm de comprimento, pesando aproximadamente 500g, presa por um cordão de seda à tampa da cânula. Devido ao grande número de sacos de náilon, 300 no total (cinco alimentos, 10 repetições e seis tempos), foram incubados 50 sacos (cinco alimentos e 10 repetições) em cada tempo, retirados e posteriormente incubados os sacos referentes ao próximo tempo.

Os sacos de náilon, ainda presos nas correntes, foram lavados em água fria para retirado do excesso de conteúdo ruminal e, em seguida, mergulhados por um período de 30 minutos em água com gelo para interromper a atividade dos microorganismos. Em seguida foram retirados das correntes e lavados em água corrente até que a água ficasse clara. Após estes procedimentos, os sacos foram pendurados em um suporte de ferro para secar em estufa com ventilação de ar forçada, com temperatura de $55^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, durante 72 horas.

Foram utilizados quatro sacos de náilon contendo amostras de cada alimento estudado que não foram incubados no rúmen, mas passaram pelos mesmos procedimentos daqueles com resíduos não digeridos no rúmen, para quantificação das frações solúveis dos diferentes componentes nutritivos dos alimentos estudados.

A fração solúvel (A) de todos os componentes nutritivos avaliados foi obtida pela diferença entre as quantidades contidas inicialmente na amostra dos alimentos e aquelas determinadas nos resíduos após lavados, secos e triturados.

Os sacos com as amostras residuais, não digeridas e insolúveis, após secos, foram pesados e as amostras de cada alimento incubado e dos resíduos nos sacos de náilon foram triturados a um milímetro para determinar a MS, MM, PB, FDN e FDA.

A fração indegradável (C) foi considerada como sendo o resíduo encontrado no saco de náilon após 72 horas de permanência do rúmen.

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

Para estimar a degradabilidade efetiva foi usada a expressão $P = a + b * k(kd + kp) - 1$ sendo P = degradabilidade efetiva em porcentagem, kd = taxa específica de digestão, kp = ritmo de fluxo das frações nutritivas por hora, sendo que foram utilizados os valores de kp de 3%/h e 5 e 8%/hora sugerido pelo AFRC, (1993), e a, b e k as mesmas constantes da equação, anteriormente citada.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as diferenças entre médias comparadas pelo Teste Tukey através do procedimento GLM do SAS (2003) a 5% de probabilidade.

03. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição bromatológica dos alimentos (Tabela 1) foi semelhante à encontrada na literatura (Brisola et al, 1996; Villela et al., 1996; Beran et al., 2005). O teor de FDN encontrado neste estudo para o caroço de algodão integral (63,23%) foi superior a 48,10% relatado por Villela et al (1996). Esta diferença se deve, provavelmente ao fato de o caroço de algodão utilizado pelo autor ser desprovido de linter, material que envolve o caroço de algodão composto basicamente de material fibroso.

A torta de nabo forrageiro apresentou elevado teor de PB e EE, 43,31% e 14,26%, respectivamente, podendo ser considerada, assim como o caroço de algodão integral e o grão de girassol, um alimento protéico de elevado valor energético. No entanto o elevado teor de EE deste alimento pode dificultar a armazenagem do mesmo por longos períodos.

Para formulação de rações balanceadas para animais ruminantes apenas a composição bromatológica de um alimento não é suficiente. É necessário caracterizar o comportamento deste alimento no ambiente ruminal, para que desta forma seja possível sincronizar a digestão ruminal de proteínas e carboidratos, com o objetivo de obter o máximo desempenho dos microrganismos ruminais, a redução de perdas nitrogenadas, a redução da emissão de metano e a estimativa do escape ruminal de nutrientes (Sniffen et al., 1992).

O desaparecimento da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) dos alimentos incubados, podem ser visualizados na Tabela 3.

Tabela 3 - Degradabilidade aparente (%) da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido do caroço de algodão integral (CAI), farelo de soja (FS), grão de girassol (GG), torta de nabo forrageiro (TN) e milho triturado (MT), de acordo com o tempo de incubação.

Alimentos	TEMPO (HORAS)						
	0	3	6	12	24	48	72
MATÉRIA SECA							
CAI	24,39 ^c	24,24 ^d	26,94 ^d	45,54 ^b	51,21 ^c	54,17 ^d	60,43 ^d
FS	31,72 ^b	40,15 ^b	49,31 ^b	65,55 ^a	82,46 ^a	92,82 ^a	98,32 ^a
GG	53,65 ^a	56,81 ^a	62,73 ^a	64,52 ^a	67,38 ^b	71,37 ^c	73,15 ^c
TN	31,26 ^b	40,71 ^b	52,52 ^b	70,00 ^a	81,22 ^a	87,55 ^b	89,16 ^b
MT	23,16 ^c	35,47 ^c	44,72 ^c	63,48 ^a	82,93 ^a	94,02 ^a	99,15 ^a
CV	2,52	5,60	8,29	6,34	3,56	3,35	3,05
MATÉRIA ORGÂNICA							
CAI	27,00 ^d	34,24 ^c	39,13 ^d	41,66 ^c	49,84 ^d	53,13 ^d	59,37 ^d
FS	33,32 ^b	44,63 ^b	60,06 ^a	79,45 ^a	89,21 ^a	94,95 ^a	99,08 ^a
GG	52,72 ^a	56,42 ^a	61,63 ^a	62,98 ^b	66,13 ^c	70,42 ^c	72,40 ^c
TN	31,23 ^c	43,04 ^b	53,41 ^b	69,32 ^b	78,82 ^b	87,74 ^b	89,11 ^b
MT	22,24 ^e	35,97 ^c	45,59 ^c	65,67 ^b	84,44 ^a	95,39 ^a	96,18 ^a
CV	2,33	4,24	4,02	6,89	4,36	3,14	2,65
PROTEÍNA BRUTA							
CAI	25,48 ^c	34,60 ^d	40,46 ^d	69,00 ^{cb}	85,10 ^c	87,42 ^c	90,15 ^d
FS	24,90 ^c	38,54 ^c	58,36 ^b	83,48 ^a	95,10 ^a	97,52 ^a	99,61 ^a
GG	62,36 ^a	67,18 ^a	73,90 ^a	78,91 ^a	87,21 ^c	90,05 ^c	91,54 ^c
TN	34,18 ^b	46,02 ^b	56,99 ^b	77,21 ^{ab}	91,08 ^b	94,76 ^b	96,10 ^b
MT	27,04 ^c	37,48 ^c	47,14 ^c	65,87 ^c	84,13 ^c	95,38 ^b	97,09 ^b
CV	5,04	2,73	5,71	5,89	1,8	1,14	0,73
FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO							
CAI	16,14 ^b	25,87 ^b	31,77 ^c	38,08 ^b	43,21 ^b	47,55 ^c	61,15 ^b
FS	16,06 ^b	18,03 ^c	21,03 ^c	39,04 ^b	63,60 ^a	70,17 ^b	67,15 ^c
GG	23,93 ^a	32,64 ^a	45,69 ^a	53,24 ^a	64,21 ^a	73,45 ^a	78,70 ^a
TN	6,74 ^c	15,02 ^d	17,85 ^d	22,06 ^c	28,08 ^c	29,26 ^d	40,89 ^d
MT	8,04 ^c	10,48 ^e	15,48 ^e	22,31 ^c	26,43 ^c	46,83 ^c	50,04 ^c
CV	2,90	3,34	2,36	3,50	3,63	4,14	2,70
FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO							
CAI	9,91 ^c	16,87 ^d	23,11 ^d	32,46 ^d	44,63 ^c	46,09 ^c	57,04 ^d
FS	26,09 ^a	32,21 ^b	42,25 ^b	60,46 ^b	80,03 ^a	92,73 ^a	96,61 ^a
GG	13,97 ^b	21,45 ^c	36,16 ^c	46,05 ^c	58,12 ^b	69,71 ^b	76,05 ^c
TN	7,22 ^d	12,29 ^e	16,30 ^e	25,55 ^e	28,39 ^d	32,55 ^d	36,81 ^e
MT	7,02 ^d	68,69 ^a	70,33 ^a	73,38 ^a	79,49 ^a	91,22 ^a	93,21 ^b
CV	3,79	2,20	2,63	3,89	2,37	1,65	1,38

a, b, c, d, e – Médias acompanhadas de letras diferentes para o mesmo tempo, dentro de nutrientes, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

CV = coeficiente de variação

De acordo com Mir et al. (1984), o teor de óleo de um alimento incubado pode obstruir os poros dos sacos de náilon e diminuir a degradação. Este fato pode ser observado quando se analisa a degradação da MS do caroço de algodão. Este alimento apresentou, em todos os tempos de incubação, menor taxa de degradação da MS (Figura 1), refletindo também em menor degradação da MO e da PB (Figura 2 e 3).

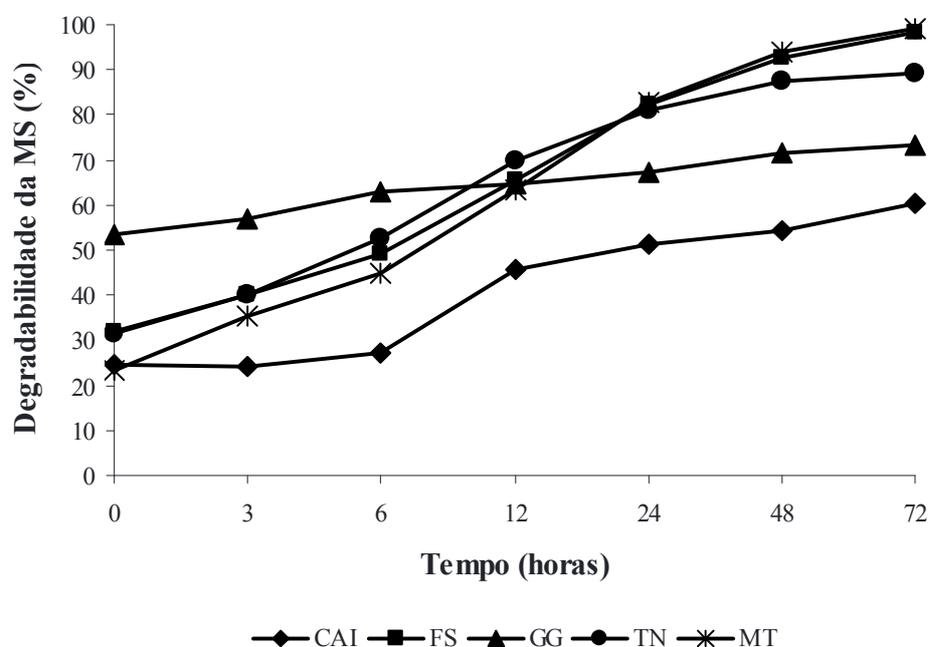


Figura 1 – Degradabilidade da matéria seca (MS), do caroço de algodão (CAI), farelo de soja (FS), grão de girassol (GG), torta de nabo forrageiro (TN) e do milho triturado (MT).

Observa-se na Figura 1 que, apesar da menor degradação da matéria seca, o padrão da curva de degradação do caroço de algodão integral foi semelhante aos demais alimentos, com exceção do grão de girassol. Este alimento apresentou elevada solubilidade da matéria seca (53,65%) e taxa de degradação praticamente constante, diferindo da curva de degradação dos demais alimentos.

A análise bromatológica dos alimentos revelou que o teor de extrato etéreo presente no caroço de algodão (15,42%) e na torta de nabo forrageiro (14,26%) é semelhante, no entanto, durante as análises laboratoriais, foi observado um maior desprendimento de pigmentos para a torta de nabo, o que sugere que o caroço de algodão apresenta um maior teor de gordura. Durante a incubação pode ser observado também que os sacos de náilon que continham caroço de algodão integral, se apresentavam engordurados ao toque, o que não ocorria com a torta de nabo.

A torta de nabo forrageiro apresentou nos tempos 3; 12 e 24 horas taxa de desaparecimento da matéria seca semelhante ao farelo de soja, no entanto, nos tempos 48 e 72 horas a degradação do farelo de soja foi significativamente maior. A degradação de 98,32% da matéria seca do farelo de soja encontrada neste estudo foi semelhante às divulgadas por Beran et al. (2005) e Brisola et al. (1999) de 98,60 e 99,08%, respectivamente.

No tempo 12 horas, todos os alimentos, com exceção do caroço de algodão integral, apresentaram taxa de desaparecimento da matéria seca semelhante.

A matéria orgânica apresenta grande relação com a energia disponível (Aroeira et al., 1996), sendo assim, a degradabilidade da matéria orgânica pode ser considerada como a energia digerida no rúmen. É possível verificar que há uma grande semelhança entre as taxas de desaparecimento da matéria seca e da matéria orgânica, indicando que a

degradabilidade da matéria seca pode ser utilizada para estimar a energia disponível no rúmen para o desenvolvimento dos microrganismos ruminais.

A torta de nabo apresenta, nos tempos iniciais, maior taxa de degradação da matéria orgânica em relação ao milho triturado, no entanto, a partir de 48 horas de incubação este comportamento se inverte e o milho triturado passa então, a apresentar maior degradação, característica de grãos de cereais, ricos em carboidratos, cuja principal função é disponibilizar energia para a microbiota ruminal e para o animal hospedeiro (Zeoula e Caldas Neto, 2001).

A curva de degradação da MO do grão de girassol (Figura 2), indica que este alimento possui uma alta solubilidade deste nutriente, disponibilizando, inicialmente grande quantidade de energia no interior do rúmen.

A utilização do grão de girassol triturado como fonte de energia para ruminantes, requer critério no manejo alimentar, isto porque com a trituração ou quebra do grão ocorre maior disponibilidade de óleo no rúmen. De acordo com Van Soest (1994), os ácidos graxos insaturados possuem ação tóxica sobre os microrganismos gram-positivos, como por exemplo, as bactérias fibrolíticas, podendo acarretar problemas relacionados ao decréscimo na degradação da fibra presente na dieta, com conseqüente diminuição na taxa de passagem e redução no consumo de matéria seca (Palmquist e Jenkins, 1980).

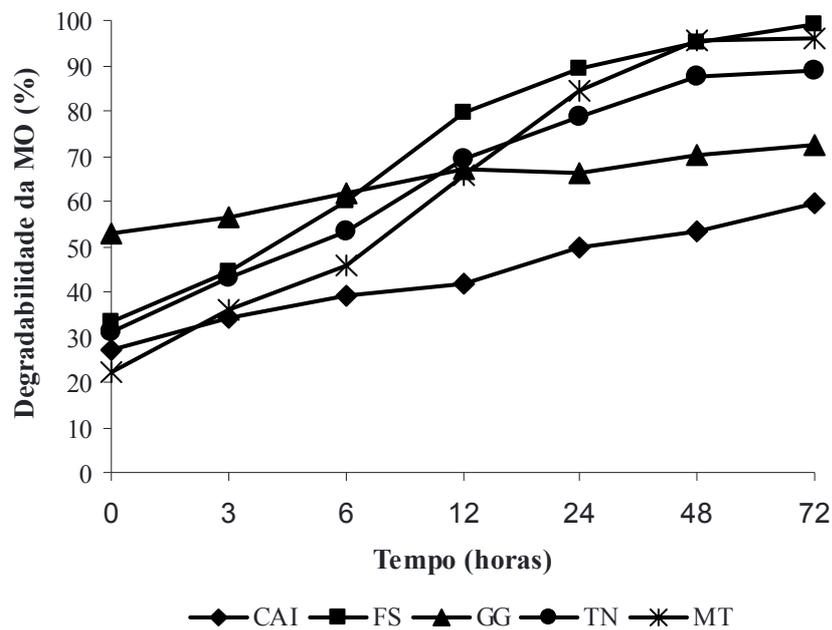


Figura 2 – Degradabilidade da matéria orgânica (MO) do caroço de algodão (CAI), farelo de soja (FS), grão de girassol (GG), torta de nabo forrageiro (TN) e do milho triturado (MT).

Domingues (2006) em experimento conduzido com objetivo de avaliar os níveis de substituição do farelo de algodão pela torta de girassol em bovinos de corte, verificou diminuição no consumo de matéria seca à medida que aumentava o nível de substituição do farelo de algodão pela torta de girassol. Esta diminuição no consumo diário é explicada, de acordo com o autor pela característica polinsaturada dos ácidos graxos contidos na torta de girassol.

O caroço de algodão, outro alimento energético protéico, apresenta também elevado teor de ácidos graxos insaturados, com o ácido linoléico compreendendo 62% e o ácido oléico 15% do total (Smith et al., 1981). Neste sentido a torta de nabo forrageiro pode ser utilizada para substituir, como fonte energética, o caroço de algodão ou o grão de girassol

na alimentação de ruminantes por possuir menor quantidade de óleo e maior degradabilidade da MO (Tabela 3).

O milho triturado apresentou maior degradabilidade da MO em relação à torta de nabo forrageiro, 96,18 e 89,11%, respectivamente. No entanto a utilização da torta de nabo forrageiro em substituição ao milho em rações destinadas a ruminantes pode ser vantajosa em virtude do elevado teor de proteína bruta da torta de nabo forrageiro (43,31%).

As degradabilidades das PB do farelo de soja e da torta de nabo forrageiro foram semelhantes (Tabela 3 e Figura 3). Nos tempos iniciais foi verificado maior taxa de degradação da proteína bruta da torta de nabo forrageiro em decorrência da maior fração solúvel deste alimento em relação ao farelo de soja, 34,18 e 24,90%, respectivamente. Nos tempos 6 e 12 horas a taxa de desaparecimento foi semelhante e a partir de então o comportamento se inverte e o farelo de soja apresenta uma maior degradação deste componente nutritivo.

Observa-se na Figura 3, que as proteínas bruta do grão de girassol e da torta de nabo forrageiro apresentaram altas solubilidades, sendo, no entanto, após 12 horas menos degradadas em relação ao farelo de soja. O AFRC (1993) preconiza taxa de passagem de 3; 5 e 8%/hora para animais de baixo, médio e alto padrão de alimentação ou produtivo, respectivamente. Sendo assim, pode-se sugerir que o grão de girassol e a torta de nabo forrageiro poderão ser tão eficientes quanto o farelo de soja para aqueles animais com baixo e médio padrão produtivo, podendo, no entanto, ser superior ao farelo de soja na alimentação de animais de maior produção, desde que associados a volumosos com maior valor nutricional.

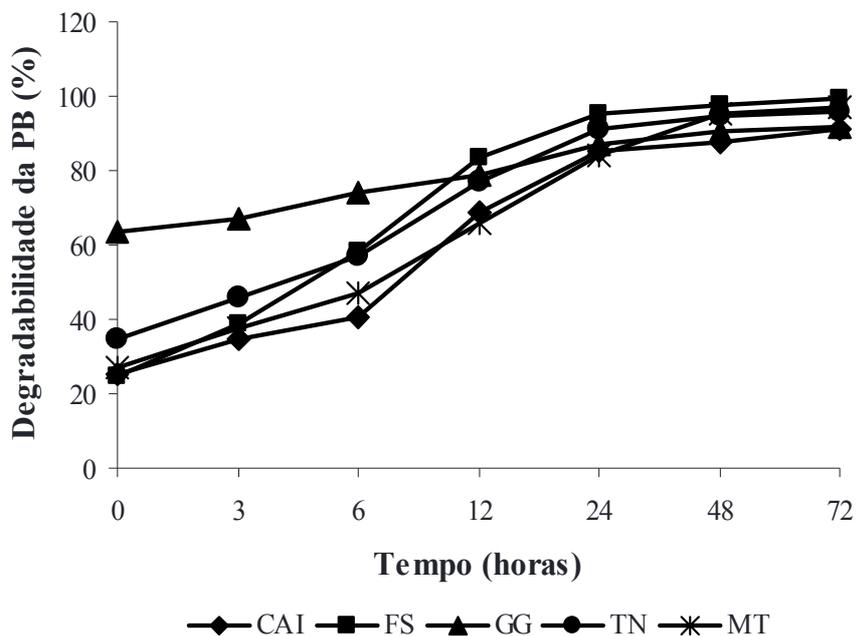


Figura 3 – Degradabilidade da proteína bruta do caroço de algodão (CAI), farelo de soja (FS), grão de girassol (GG), torta de nabo forrageiro (TN) e do milho triturado (MT).

O grão de girassol apresentou proteína bruta com alta fração solúvel (62,36%), resultado semelhante ao relatado por Beran et al. (2005) (69,08%) e superiores ao divulgado por Bett (2004) (44,2%) para o grão de girassol quebrado. O grão de girassol utilizado neste estudo foi moído em moinho com peneira de 2mm, o que explica, devido a maior área de contato para o ataque dos microrganismos, a superioridade da fração solúvel em relação ao valor divulgado por Bett et al. (2004)

Quando a proteína é rapidamente degradada no rúmen podem ser produzidas quantidades de amônia superiores àquelas necessárias para o crescimento dos microrganismos. Neste caso, o excesso de amônia pode ser absorvido através da parede do rúmen e metabolizado no fígado ou pode passar para os compartimentos digestivos

posteriores (Coelho da Silva e Leão, 1979). No entanto para que esta proteína seja mais eficientemente utilizada pelos microrganismos ruminais, torna-se necessário, em quantidade e qualidade, ácidos graxos voláteis liberados por meio dos processos fermentativos no rúmen. Sendo assim, os resultados sobre a degradação da proteína bruta do grão de girassol sugerem que este componente nutritivo pode ser mais eficientemente utilizado com outros alimentos que possuam taxas mais rápidas de fermentação dos componentes fibrosos, visando uma maior quantidade de ácidos graxos voláteis e sincronismo entre nitrogênio e carbono liberados no rúmen para a síntese microbiana.

A torta de nabo forrageiro apresentou degradabilidade da FDN inferior ao caroço de algodão, no entanto o comportamento da curva de degradação (Figura 4) foi semelhante para os dois alimentos. A velocidade de degradação foi baixa até 48 h quando então a curva adquire maior inclinação, indicando que a parede celular destes alimentos apresenta alta fermentação dos seus componentes solúveis. A superioridade da taxa de desaparecimento do caroço de algodão integral em relação à torta de nabo forrageiro se explica pela quantidade de hemicelulose presente no caroço de algodão integral (21,45%) que foi cerca de 18 vezes maior em relação à torta de nabo (1,20%).

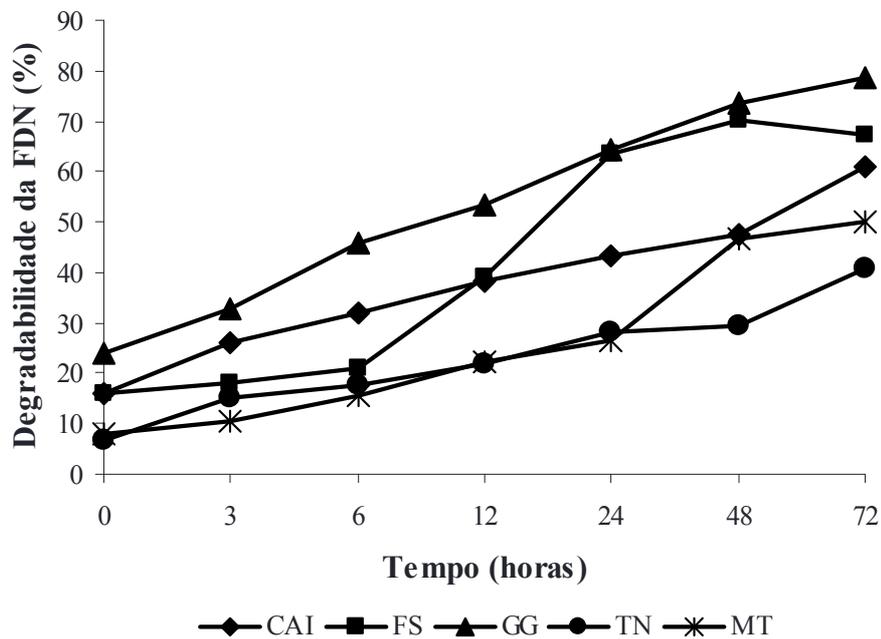


Figura 4 – Degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) do caroço de algodão (CAI), farelo de soja (FS), grão de girassol (GG), torta de nabo forrageiro (TN) e do milho triturado (MT).

O caroço de algodão integral apresentou elevado teor de lignina em relação à torta de nabo forrageiro, 8,40 e 2,56% respectivamente, no entanto a lignina presente na torta de nabo forrageiro pode ser considerada uma lignina mais resistente, isto porque a taxa de degradação da FDA presente neste alimento foi menor em relação ao caroço de algodão integral (Figura 5).

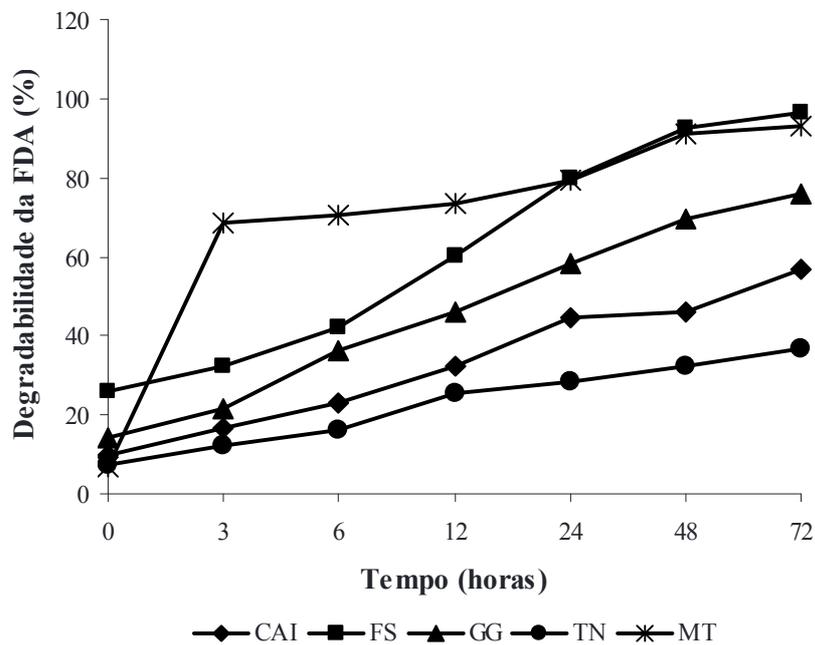


Figura 5 – Degradabilidade da fibra em detergente ácido (FDA) do caroço de algodão (CAI), farelo de soja (FS), grão de girassol (GG), torta de nabo forrageiro (TN) e do milho triturado (MT).

O milho, por se tratar de um grão de cereal, é constituído basicamente de carboidratos não fibrosos. Neste tipo de alimento, os carboidratos estruturais estão presentes no tegumento da semente. Na Figura 5 nota-se que, entre o tempo 0 e 3h, ocorreu uma grande elevação na degradação da FDA do milho, isto se deve ao fato de que grande parte da celulose que constitui esta fração fibrosa foi degradada durante as três primeiras horas de permanência no rúmen.

Os valores para a fração solúvel (A), fração insolúvel potencialmente degradável (B), fração não degradável (C), taxa de degradação por hora (kd), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) estimadas para as taxas de passagem da matéria seca de 3; 5; e 8%/h, sugeridas pelo AFRC (1993) da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta,

fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido podem ser observadas nas Tabelas 4, 5, 6, 7 e 8.

Dentre os alimentos estudados, o caroço de algodão integral apresentou menores valores para a DP e para as DE a 3; 5 e 8% (Tabela 4), o que pode ser devido ao elevado teor de casca e de linter presente neste alimento, associado ao elevado teor de óleo. Resultado semelhante foi verificado para a MO deste alimento (Tabela 5).

Tabela 4 - Valores das frações solúveis (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indigestível (C), taxa de degradação (kd), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) e tempo de colonização (Lag) da matéria seca (MS) dos alimentos incubados no rúmen.

(%)	Alimentos					CV (%)
	CAI	FS	GG	TN	MT	
A	24,39 ^c	31,72 ^b	53,67 ^a	31,26 ^b	23,16 ^c	2,28
B	36,01 ^d	66,60 ^b	19,43 ^e	57,90 ^c	75,99 ^a	3,93
C	39,57 ^a	1,67 ^d	26,89 ^b	10,83 ^c	0,85 ^d	16,76
kd (%/h)	4,44 ^{b^{cd}}	5,74 ^{a^b}	5,30 ^{a^d}	7,97 ^a	5,71 ^{a^c}	25,58
DP	59,57 ^c	97,79 ^a	72,86 ^b	82,36 ^b	98,81 ^a	7,29
DE3	45,43 ^c	74,81 ^a	65,76 ^b	73,08 ^a	72,88 ^a	3,61
DE5	40,93 ^b	67,35 ^a	63,38 ^a	66,59 ^a	63,65 ^a	4,28
DE8	36,93 ^d	57,45 ^{a^c}	61,18 ^a	59,90 ^{a^b}	54,79 ^{a^{bc}}	5,80
Lag	3,57 ^c	4,20 ^{a^b}	2,86 ^d	4,01 ^b	4,29 ^a	3,44

CAI – caroço de algodão integral, FS – farelo de soja, GG – grão de girassol, TN – torta de nabo forrageiro, MT – milho triturado.

a, b, c, d, e - Médias acompanhadas de letras diferentes na mesma linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. DE3, DE5, DE8 – Degradabilidades efetivas com 3; 5 e 8%/h como valores de taxa de passagem.

CV = coeficiente de variação.

Tabela 5 - Valores das frações solúveis (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indigestível (C), taxa de degradação (kd), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) e tempo de colonização (Lag) da matéria orgânica (MO) dos alimentos incubados no rúmen.

(%)	Alimentos					CV (%)
	CAI	FS	GG	TN	MT	
A	27,00 ^d	33,32 ^b	52,72 ^a	31,24 ^c	22,24 ^e	2,23
B	32,37 ^c	61,56 ^b	19,68 ^d	58,47 ^b	73,94 ^a	4,46
C	40,62 ^a	5,11 ^d	27,59 ^b	3,97 ^d	10,89 ^c	12,96
kd (%/h)	3,61 ^c	6,20 ^b	4,97 ^b	9,50 ^a	7,87 ^a	20,86
DP	57,98 ^d	94,58 ^a	72,10 ^c	89,07 ^b	96,17 ^a	2,36
DE3	38,58 ^b	60,14 ^a	59,84 ^a	55,94 ^a	56,41 ^a	16,68
DE5	35,88 ^b	55,63 ^a	58,28 ^a	51,93 ^a	51,81 ^a	15,84
DE8	33,60 ^b	51,13 ^a	56,91 ^a	47,88 ^a	46,84 ^a	14,47
Lag	3,28 ^d	4,01 ^b	2,88 ^c	3,69 ^c	4,46 ^a	2,20

CAI – caroço de algodão integral, FS – farelo de soja, GG – grão de girassol, TN – torta de nabo forrageiro, MT – milho triturado.

a, b, c, d - Médias acompanhadas de letras diferentes na mesma linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

DE3, DE5, DE8 – Degradabilidades efetivas com 3; 5 e 8%/h como valores de taxa de passagem.

CV = coeficiente de variação.

Os resultados verificados neste estudo foram semelhantes aos divulgados por Teixeira et al. (2002), ao estudar a cinética da digestão ruminal do caroço de algodão em diferentes formas físicas, que encontraram valores de 24,90% para a fração solúvel do caroço de algodão integral moído. O valor de 59,57% de DP (72 horas de incubação) observados neste estudo foi inferior aos divulgados por Beran et al. (2005) e Teixeira et al. (2002), 60,19% (33 h de incubação) e 69,40% (48 h de incubação), respectivamente. Esse menor valor verificado para a DP a um maior tempo de incubação, pode ser explicado pelo elevado teor de lignina presente no caroço de algodão integral utilizado neste trabalho (8,40%).

O caroço de algodão integral e o grão de girassol apresentaram as maiores frações indigestíveis, respectivamente 39,57 e 26,89%, possivelmente devido às maiores quantidades de fibra presentes nestes alimentos. O farelo de soja e o milho triturado

apresentaram as menores porcentagens para esta mesma fração, devido à alta solubilidade e as maiores porcentagens das frações potencialmente degradáveis encontradas para estes alimentos.

A fração solúvel da MS do farelo de soja encontrada neste estudo (31,72%) foi inferior ao valor divulgado por Rossi Junior et al. (1997) (37,34%). A fração solúvel, bem como a DE a 3; 5 e 8% foram semelhantes para o farelo de soja e a torta de nabo. Em relação à MO, a fração insolúvel potencialmente degradável, a fração indegradável e as DE a 3; 5 e 8% também foram semelhantes para estes dois alimentos, levando a deduzir que a quantidade de energia disponível no rúmen, quando da utilização destes alimentos, será semelhante.

O grão de girassol, dentre os alimentos estudados, apresentou a maior fração solúvel da MS (53,67%), resultado inferior aos relatados por Beran et al. (2005) e superior aos divulgados por Bett et al. (2004), 56,40% e 32,40%, respectivamente.

A DP da MO da torta de nabo forrageiro (89,07%) foi superior a observada para o grão de girassol (72,10%), o que leva a afirmar que o teor de óleo presente no grão de girassol prejudica a degradação e conseqüente disponibilização de nutrientes no interior do rúmen.

A fração insolúvel potencialmente degradável da MO do milho triturado (Tabela 5) foi superior à verificada por Silva (1999), que encontrou valor de 20,80% para esta fração. As DE a 3; 5 e 8%/h da MO do milho e da torta de nabo forrageiro não apresentaram diferença entre si, indicando que a torta de nabo pode ser tão eficiente quanto o milho em fornecer energia para os microrganismos ruminais.

Os resultados encontrados neste estudo para as DE a 3; 5 e 8%/h da PB do grão de girassol diferem daqueles encontrados por Beran et al. (2005), 92,59; 90,70; e 88,38%,

respectivamente, no entanto, assim como neste trabalho, os autores verificaram que este alimento apresentou as maiores DE em relação ao caroço de algodão integral e ao farelo de soja.

O caroço de algodão apresentou neste estudo, para a PB, fração solúvel, DP e DE a 5%/h de 25,48; 89,95 e 48,90% respectivamente. O valor encontrado neste estudo para a fração solúvel foi inferior aos divulgados por Teixeira et al. (2002) e Beran et al. (2005), 36,50 e 77,61%, respectivamente.

Os alimentos analisados apresentaram teor de proteína não degradada no rúmen semelhante, com exceção do grão de girassol que apresentou menor teor de proteína *by pass* (25,4% para 3%/h de taxa de passagem), indicando que este alimento não é indicado para animais de alta produção que requerem maiores quantidades de proteína para ser digerida no intestino delgado.

O caroço de algodão integral apresentou fração solúvel da proteína bruta semelhante ao farelo de soja (Tabela 6), no entanto a fração indegradável do farelo de soja foi cerca de 26 vezes menor em relação à da PB do caroço de algodão, indicando que maior quantidade de nitrogênio estará disponível no interior do rúmen de animais que receberem farelo de soja.

A fração solúvel da PB do farelo de soja (24,37%), foi superior aos valores divulgados na literatura, por Malafaia et al. (1997) (8,26%); Martins et al. (1998) (22,30%); Brisola et al. (1999) (11,80%) e Cabral et al.(2000) (8,23%). No entanto, Rossi Junior et al. (1997), Silva (1999), Silva et al. (2002), Souza et al. (2002), Beran et al. (2005) relataram valores superiores 40,53; 25,30; 56,99; 35,40 e 28,30%, respectivamente.

Tabela 6 - Valores das frações solúveis (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indigestível (C), taxa de degradação (kd), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) e tempo de colonização (Lag) da proteína bruta (PB) dos alimentos incubados no rúmen.

(%)	Alimentos					CV (%)
	CAI	FS	GG	TN	MT	
A	25,48 ^d	24,37 ^d	62,36 ^a	34,18 ^b	28,24 ^c	3,93
B	64,54 ^{ab}	75,23 ^a	29,18 ^c	61,92 ^b	60,52 ^b	12,42
C	9,97 ^a	0,38 ^d	8,45 ^b	3,89 ^c	2,85 ^c	13,62
kd (%/h)	7,20 ^a	8,21 ^a	6,61 ^a	8,75 ^a	8,17 ^a	19,05
DP	89,95 ^d	99,55 ^a	91,45 ^c	96,06 ^b	97,09 ^b	0,59
DE3	53,71 ^b	58,23 ^b	74,60 ^a	61,85 ^{ab}	58,83 ^b	11,76
DE5	48,95 ^b	53,20 ^b	72,50 ^a	57,82 ^b	54,18 ^b	11,26
DE8	44,34 ^b	48,05 ^b	70,42 ^a	53,58 ^b	49,37 ^b	10,49
Lag	4,05 ^b	4,07 ^b	3,29 ^c	4,04 ^b	4,36 ^a	2,24

CAI – caroço de algodão integral, FS – farelo de soja, GG – grão de girassol, TN – torta de nabo forrageiro, MT – milho triturado.

a, b, c, d - Médias acompanhadas de letras diferentes na mesma linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

DE3, DE5, DE8 – Degradabilidades efetivas com 3; 5 e 8%/h como valores de taxa de passagem.

CV = coeficiente de variação.

A fração não degradável da PB do farelo de soja encontrada, neste estudo, foi superior aos 0,18% relatados por Rossi Junior et al. (1997) e Brisola et al. (1999), e inferior aos 1,38; 0,55; 0,98; 2,70% divulgados por Malafaia et al. (1997), Rossi Junior et al. (1997), Cabral et al. (2000) e Souza et al. (2002), respectivamente.

Os 99,55% de DP da PB do farelo de soja foram semelhantes aos divulgados por Beran et al. (2005) (99,52%) e superiores aos relatados por Rossi Junior et al. (1997), de 98,82% para dietas com 82% de volumoso e 96,93% para dietas com 61% de volumoso.

A DE da PB do farelo de soja observada neste trabalho a 3%/h de taxa de passagem foi 58,23%, valor inferior ao relatado por Rossi Junior et al. (1997) de 86,06%, com taxa de passagem de 3,74%/h. A DE da PB do farelo de soja, para taxa de passagem de 5%/h foi de 53,20%, valor inferior aos 85,22 e 86,56% relatados por Silva et al. (2002) e Beran et al. (2005).

A torta de nabo forrageiro apresentou baixa DP da FDN e da FDA (Tabela 7 e 8), conseqüência de uma elevada fração indigestível presente neste alimento. O caroço de algodão integral, também, apresenta elevada fração indigestível. No entanto, as DE deste alimento, são maiores em relação à torta de nabo forrageiro em decorrência da maior taxa de degradação da fração potencialmente degradável no rúmen, presente no caroço de algodão integral.

Os valores encontrados para a DP da FDN do farelo de soja e do milho triturado (Tabela 7 e 8) foram superiores aquelas relatadas por Silva (1999), 82,6 e 40,40% respectivamente.

Tabela 7- Valores das frações solúveis (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indigestível (C), taxa de degradação (kd), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) e tempo de colonização (Lag) da fibra em detergente neutro (FDN) dos alimentos incubados no rúmen.

Alimentos (%)	Alimentos					CV (%)
	CAI	FS	GG	TN	MT	
A	16,12 ^b	16,06 ^b	23,24 ^a	6,74 ^c	8,04 ^c	4,23
B	45,02 ^c	51,08 ^b	54,76 ^a	34,15 ^c	42,00 ^d	2,99
C	38,84 ^c	38,85 ^c	21,98 ^d	59,10 ^a	49,95 ^b	4,79
kd	2,16 ^c	7,37 ^a	4,90 ^b	2,02 ^c	5,40 ^b	12,93
DP	55,42 ^c	83,89 ^a	77,44 ^b	35,95 ^c	49,70 ^d	3,00
DE3	34,97 ^c	69,15 ^a	57,09 ^b	20,50 ^d	34,85 ^c	4,34
DE5	29,72 ^b	57,90 ^a	50,24 ^a	16,59 ^c	29,69 ^b	14,09
DE8	25,71 ^c	53,02 ^a	43,96 ^b	13,65 ^d	24,85 ^c	13,42
Lag	3,45 ^b	3,99 ^a	3,85 ^a	3,15 ^c	3,90 ^a	3,64

CAI – caroço de algodão integral, FS – farelo de soja, GG – grão de girassol, TN – torta de nabo forrageiro, MT – milho triturado.

a, b, c, d - Médias acompanhadas de letras diferentes na mesma linha diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey.

DE3, DE5, DE8 – Degradabilidades efetivas com 3; 5 e 8%/h como valores de taxa de passagem.

CV = coeficiente de variação.

Tabela 8 - Valores das frações solúveis (A), insolúvel potencialmente degradável (B), indigestível (C), taxa de degradação (kd), degradabilidade potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) e tempo de colonização (Lag) da fibra em detergente ácido (FDA) dos alimentos incubados no rúmen.

(%)	Alimentos					CV (%)
	CAI	FS	GG	TN	MT	
A	9,91 ^c	26,10 ^a	13,98 ^b	7,02 ^d	6,38 ^d	5,03
B	47,14 ^d	70,52 ^b	62,05 ^c	56,19 ^a	29,83 ^c	1,76
C	42,95 ^b	3,38 ^c	23,94 ^c	63,15 ^a	6,79 ^d	3,70
kd	3,072 ^c	6,24 ^a	4,80 ^b	1,14 ^b	6,78 ^a	8,12
DP	54,53 ^d	96,44 ^a	75,41 ^c	36,20 ^e	92,93 ^b	1,14
DE3	33,72 ^d	73,72 ^a	52,13 ^c	24,24 ^e	64,87 ^b	2,37
DE5	27,81 ^d	65,25 ^a	44,38 ^c	20,48 ^e	54,50 ^b	2,86
DE8	22,96 ^d	57,01 ^a	37,22 ^c	44,45 ^b	17,16 ^e	3,21
Lag	3,69 ^d	4,32 ^a	4,04 ^b	3,22 ^e	3,84 ^c	0,68

CAI – caroço de algodão integral, FS – farelo de soja, GG – grão de girassol, TN – torta de nabo forrageiro, MT – milho triturado.

a, b, c, d, e - Médias acompanhadas de letras diferentes na mesma linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. DE3, DE5, DE8 – Degradabilidades efetivas com 3; 5 e 8%/h como valores de taxa de passagem.

CV = coeficiente de variação.

O farelo de soja apresentou valores para as DE a 3; 5 e 8%/h da FDA superiores aos demais alimentos, conseqüência de uma elevada fração solúvel e baixa fração indigestível (Tabela 8). Os valores observados neste estudo foram superiores aos relatados por Silva (1999) para a fração solúvel (27,60%) e DE a 5 e 8%/h da FDA, 66,50; 58,90%, respectivamente.

O caroço de algodão integral, também, apresentou elevada fração indigestível. No entanto, as DE deste alimento, são maiores em relação à torta de nabo forrageiro em decorrência da maior taxa de degradação da fração potencialmente degradável no rúmen, presente no caroço de algodão integral.

A torta de nabo forrageiro é um alimento que apresenta características que possibilitam sua utilização na alimentação de ruminantes. A semelhança no comportamento

da degradação da proteína bruta entre este co-produto e o farelo de soja, indica a possibilidade de substituição do farelo de soja pela torta de nabo forrageiro.

A degradação da matéria orgânica da torta de nabo forrageiro permite inferir que a utilização deste co-produto, como fonte energética, apresenta resultados semelhantes em relação ao milho triturado, com vantagens em relação ao teor de proteína bruta.

Em virtude da alta quantidade de proteína solúvel presente no grão de girassol, o fornecimento de grãos inteiros pode ser interessante, principalmente com o objetivo de promover uma degradação mais lenta deste componente nutritivo no interior do rúmen e promover maior disponibilidade de proteína verdadeira nos intestinos.

O caroço de algodão integral, em virtude do seu elevado teor de óleo, quando fornecido triturado, pode trazer problemas relacionados ao decréscimo na degradação da fração fibrosa da dieta e alterações no metabolismo ruminal. Isto ocorre porque a quebra do caroço proporciona maior disponibilidade de óleo no interior do rúmen que forma uma camada sobre a fibra dificultando o ataque microbiano.

04. CONCLUSÕES

A torta de nabo forrageiro apresenta potencial para substituir o farelo de soja como fonte protéica na alimentação de ruminantes.

O grão de girassol apresenta alta solubilidade da PB, necessitando maior cuidado na utilização deste alimento como fonte protéica, principalmente em animais de alta produção.

O teor de extrato etéreo presente no caroço de algodão integral afetou negativamente a degradação da matéria seca e da matéria orgânica deste alimento.

05. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed., Arlington, Virginia. 1990.

BERAN, F. H. B., SILVA, L. D. F., RIBEIRO, E. L. A. et al. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 405-418, 2005.

BETT, V.; OLIVEIRA, M. D. S.; SOARES, W. V. B. et al. Digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ* de diferentes variedades de grãos de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 513 – 519, 2004.

BRISOLA, M. L., LUCCI, C. S., MELOTTI, L. et al. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta do farelo e dos grãos de soja extrusados. **Brazilian Journal of Reserch Animal Science**, São Paulo, v. 36, n. 3, 1999.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; MALAFAIA, P. A. M. et al. Frações protéicas de alimentos tropicais e suas taxas de digestão estimadas pela incubação com proteases ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 26, p. 2316 - 2324, 2000.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de Nutrição de Ruminantes**. São Paulo: Livroceres, 1979. 232 p.

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.** 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina. Londrina.

JOHNSON, R. R. The techniques and procedures for in vitro and in vivo rumen studies. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 25, n. 3, p. 855-875, 1966.

MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C. VIEIRA R. A. M. Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1243 - 1251, 1997.

MARTINS, A. S.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N. et al. Degradabilidade ruminal in situ da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 1109 - 1117, 1999.

MARTINS, A. S.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N. et al. Degradação ruminal da matéria seca e da proteína bruta de alguns alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.323 -325.

MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v. 88, p. 645-650, 1977.

MIR, Z.; MACLEOD, G. K., BUCHANAN-SMITH, J. G. et al. Methods for protecting soybean and canola proteins from degradation in the rumen. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 64, p. 853-865, 1984.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 6th ed. Washington: National Academy Press, 1989. 157 p.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C. et al. Resposta econômica da terminação de novilhos em confinamento, alimentados com silagens de diferentes híbridos de sorgo. **Ciência Rural**, Porto Alegre, v. 32, n. 5, p. 849-854, 2002.

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

ORSKOV, E. R.; HOVELL, F. D. D.; MOULD, F. The use of the nylon technique for the evaluation of feedstuffs. **Tropical Animal Produce**, v 5, n. 1, p.195-213, 1980.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.63, n. 10, p.1-14, 1980.

PRADO, I. N.; MOREIRA, F. B. Alimentos alternativos usados para suplementação de bovinos de corte. In: _____. **Suplementação de bovinos no pasto e alimentos usados na bovinocultura**. Maringá: EDUEM, 2002. p. 61-160.

ROSSI JUNIOR, P.; SILVA, A. G.; WANDERLEY, R. C. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da fração protéica da silagem de milho, do farelo de soja e sorgo grão, em bovinos da raça nelore. Comparação com os dados obtidos pelo CNCPS. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 599 - 607, 1997.

SILVA, L. D. F. **Degradabilidade ruminal da casca de soja e fontes protéicas e seus efeitos nas digestões ruminal e intestinal de bovinos**. 1999. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. Jaboticabal.

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

SMITH, M. E.; COLLAR, L. S.; BATH, D. L. et al. Digestibility and effects of whole cottonseed fed to lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.64, n. 11 p.2209 - 2215, 1981.

SNIFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D., FOX, D. G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 3562 – 3577, 1992.

SOUZA, M. S. EZEQUIEL, J. M. B.; ROSSI JUNIOR, P. et al. Efeitos de fontes nitrogenadas com distintas degradabilidades sobre o aproveitamento da fibra, do nitrogênio e do amido em rações para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 2139 - 2148, 2002.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS® **User's guide**. Cary: SAS Institute, 2003. 956p.

TEIXEIRA, J. C.; SILVA, E. A.; BRAGA, R. A. N. et al. Cinética da digestão ruminal do caroço de algodão e do grão de milho em diferentes formas físicas em vacas holandesas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 842 - 845, 2002.

VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Recentes avanços em proteína na nutrição e vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFL, 2001. p.229 – 247.

VAN SOEST, P. J. **Nutricional Ecology of the Ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583 – 3597. 1991.

VILLELA, S. D. J.; VALADARES FILHO, S. C; SILVA, F. F. C. et al. Caroço de algodão para vacas leiteiras. I. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 298 - 308, 1996.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.199-228.

Fracionamento *in vitro* da Proteína Bruta e dos Carboidratos Totais de Alguns Suplementos Concentrados usados na Alimentação de Bovinos.

Resumo – Realizaram-se determinações químicas das frações que constituem a proteína bruta e os carboidratos totais do caroço de algodão integral (CAI), farelo de soja (FS), grão de girassol (GG), torta de nabo forrageiro (TN) e do milho triturado (MT). Foram analisadas as frações correspondentes ao nitrogênio não protéico (fração A), nitrogênio protéico insolúvel e solúvel em tampão borato-fosfato e de nitrogênio protéico insolúvel em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA), que corresponde a fração C. Para as frações constituintes dos carboidratos foram determinadas as frações lentamente degradáveis no rúmen (fração B2), carboidratos indigeríveis no rúmen (fração C) e de carboidratos de rápida e média taxas de degradação ruminal (fração A + B1). As frações nitrogenadas em porcentagem da PB variaram de 3,06 a 16,98% para a fração A; 4,86 a 27,23% para a fração B1; 42,49 a 70,68% para a fração B2; 3,02 a 17,37% para a fração B3 e 1,03 a 4,03 para a fração C. As frações de carboidratos em porcentagem dos carboidratos totais, variaram de 9,78 a 78,48% para as frações conjuntas A + B1, 7,54 a 58,44% para a fração B2 e 2,85 a 31,77% para a fração C. Conclui-se que a variação das frações nitrogenadas e dos carboidratos totais, nos alimentos estudados, devem ser consideradas para melhores adequações das frações nitrogenadas e energéticas em um balanceamento de rações para animais ruminantes.

Palavras-chaves: co-produtos, caroço de algodão integral, farelo de soja, grão de girassol, proteína bruta, torta de nabo forrageiro.

Crude Protein and Total Carbohydrates Fractionation of Some Concentrates used in Bovine Feeding.

Abstract - It was carried out chemical determinations of the fractions which constitute crude protein and total carbohydrates of the whole cotton seed (WCS), soybean meal (SM), sunflower seed (SS), turnip cake (TC) and ground corn (GC). It was analyzed fractions corresponding to nonprotein nitrogen (fraction A), protein that is insoluble and soluble in borate-phosphate buffer, neutral-detergent insoluble nitrogen (NDIN) and acid-detergent insoluble nitrogen (ADIN) which correspond to fraction C. Determination of Total Carbohydrates was separated into fractions according to degradation rates in the rumen: fractions fast and intermediate (fraction A + B1), fraction slowly degraded (fraction B2) and fraction undegraded in the rumen (fraction C). Nitrogen fractions of crude protein varied from 3,06 to 16,98% for fraction A; 4,86 to 27,23% for fraction B1; 42,49 to 70,68% for fraction B2; 3,02 to 17,37% for fraction B3 and 1,03 to 4,03 for fraction C. Carbohydrate fractions of Total Carbohydrate varied from 9,78 to 78,48% for fractions A + B1, 7,54 to 58,44% for fraction B2 and 2,85 to 31,77% for fraction C. It was conclude that variations of nitrogen and total carbohydrate fractions of the analized feedstuff must be consider for better adjustments on the rations for ruminant animals.

Key-words: co-products, crude protein, soybean meal, sunflower seed, turnip cake, whole cotton seed.

01. INTRODUÇÃO

A retenção do alimento no ambiente ruminal submete-os à ação metabólica das comunidades microbianas que existem neste órgão (Hungate, 1988), dificultando a predição do desempenho animal a partir dos componentes da dieta (Russel et al., 1992). Ao longo dos anos houve considerável avanço na nutrição dos ruminantes, mas esse progresso, na maioria das vezes, teve por base métodos experimentais empíricos que desconsideravam as múltiplas inter-relações microbianas ruminais e tratavam o ecossistema ruminal como não-modelável (Russel et al., 1992).

Essencialmente, o problema é entender e utilizar modelos adequados para descrever o relacionamento entre a composição química dos alimentos e a predição do desempenho animal (Van Soest e Fox, 1992). Esta proposta foi colocada, por vários estudiosos, como essencial para o progresso da nutrição dos ruminantes, uma vez que o progresso não mais está ligado à necessidade de experimentos que combinem infinitamente todas as interações possíveis de alimentos.

Como meio de melhor caracterizar os componentes de um alimento, Sniffen et al. (1992) sugeriram que os compostos nitrogenados fossem subfracionados em: fração A, basicamente constituída de compostos nitrogenados não-protéicos; fração B1, proteína rapidamente degradada no rúmen; fração B2, correspondente à proteína insolúvel com taxas de degradação intermediária; fração B3 correspondente à fração insolúvel lentamente degradada no rúmen e a fração C que se refere à proteína insolúvel no rúmen e indigestível no trato gastrintestinal. Os carboidratos são classificados nas frações A, B1, B2 e C. A fração A corresponde aos carboidratos solúveis em água, representados principalmente pela glicose e sacarose, que são rapidamente fermentados pelas bactérias utilizadoras de carboidratos não fibrosos. Estas bactérias também utilizam a fração B1, que é composta por

amido e pectina. As frações B2 e C correspondem às frações potencialmente degradável e não-degradável da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN).

Esse subfracionamento subsidiou o desenvolvimento do sistema de exigência nutricional denominado Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), sistema dinâmico que objetiva adequar a digestão ruminal de proteínas e carboidratos, com a finalidade de se obter o máximo desempenho das comunidades microbianas ruminais, a redução de perdas de nitrogênio pelo animal e a estimativa do escape ruminal de nutrientes (Russel et al., 1992; Sniffen et al., 1992), habilitando os nutricionistas de ruminantes a realizarem predições mais confiáveis sobre o desempenho dos animais (Van Soest e Fox, 1992).

Os alimentos produzidos sob condições tropicais apresentam composição nutricional distinta em relação àqueles de regiões de clima temperado. Consultando a literatura, nota-se que existem poucos dados sobre a caracterização das frações que constituem os carboidratos totais e as proteínas dos alimentos obtidos sob condições tropicais. Desta forma o presente trabalho tem como objetivo colaborar para a construção de um banco de dados que futuramente, utilizando-se do algoritmo descrito no CNCPS, poderá ser útil na formulação de rações para os animais ruminantes.

02. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local

Este experimento foi realizado nas instalações do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

2.2. Alimentos

Os alimentos estudados foram o caroço de algodão integral (CAI), o farelo de soja (FS), o grão de girassol (GG), a torta de nabo forrageiro (TN) e o milho triturado (MT).

As análises para determinação da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), foram realizadas em triplicata seguindo procedimento padrão da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990). As determinações de lignina, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). Os carboidratos totais (CHT) foram calculados de acordo com a metodologia da Universidade de Cornell, descrita por Sniffen et al. (1992), em que $CHT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. A composição química e bromatológica dos alimentos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química e bromatológica dos alimentos (%MS).

Ingredientes	Caroço de Algodão	Farelo de Soja	Grão de Girassol	Torta de Nabo	Milho Triturado
MS	92,61	88,79	92,65	94,87	88,88
MO	96,33	93,94	94,96	94,94	98,67
EE	15,42	2,90	32,65	14,26	3,09
PB	21,66	52,15	15,99	43,31	10,50
FDN	63,23	9,40	38,73	15,43	9,38
FDA	41,78	7,51	32,32	14,23	6,53
Hemic.	21,45	1,89	6,42	1,20	2,86
LDA ¹	8,40	8,40	38,20	2,56	0,45
CHT	59,24	38,20	46,32	37,37	85,08

1- LDA: Lignina obtida por meio de digestão ácida (H₂SO₄ a 72%).

2.3. Determinação das Frações Protéicas

A fração A foi determinada pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel em ácido tricloroacético (TCA), o qual foi obtido por intermédio do tratamento de 500 mg da amostra com 50 mL de água destilada, por 30 minutos; posteriormente foram adicionados 10 mL de TCA a 10 %, por 30 minutos (Licitra et al., 1996). O resíduo remanescente foi filtrado em papel-filtro (Whatman n° 54), lavado com água e determinado o nitrogênio residual.

O nitrogênio insolúvel total foi determinado a partir do tratamento de 500 mg de amostra com tampão borato-fosfato (NaH₂PO₄.H₂O a 12,2 g/L + Na₂B₄O₇.10H₂O a 8,91 g/L + 100 mL/L de álcool butílico terciário) durante três horas, com posterior determinação do nitrogênio residual. O nitrogênio solúvel total (NNP + proteína solúvel) foi obtido pela diferença do nitrogênio total e do nitrogênio insolúvel total (Sniffen et al., 1992). A fração B1 foi obtida pela diferença entre a fração solúvel total e a fração A.

A fração B3 foi calculada pela diferença entre o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), os quais foram

determinados por meio da fervura de 500 mg da amostra, com solução detergente neutra e ácida durante uma hora, respectivamente, com posterior análise de nitrogênio dos resíduos. A fração C foi considerada como o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (Van Soest al., 1991) e a fração B2, determinada pela diferença entre o nitrogênio total e as frações A, B1, B3 e C (Sniffen et al., 1992).

2.4. Determinação das Frações que Constituem os Carboidratos Totais

Para obtenção do fracionamento dos carboidratos totais, conforme o sistema CNCPS, foram determinados os teores de nitrogênio total das amostras, extrato etéreo e matéria mineral (AOAC, 1990). Os carboidratos totais foram determinados pela expressão $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ (Sniffen et al., 1992).

A fração C será obtida pela equação $100 \times (FDN (\%MS) \times 0,01 \times LIGNINA(\%FDN) \times 2,4) / CHT (\%MS)$, descrita por Sniffen et al. (1992). Por meio da fórmula $100 \times (FDN (\%MS) - PIDN (\%PB) \times 0,01 \times PB (\%MS) - FDN (\%MS) \times LIGNINA(\%FDN) \times 2,4) / CHT (\%MS)$ será obtida a fração B2.

As frações de carboidratos com elevadas taxas de degradação ruminal (fração A + B1) serão determinadas pela diferença entre $100 - (C + B2)$.

2.5. Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as diferenças entre médias comparadas pelo teste Tukey por meio do procedimento GLM do SAS (2003) a 5% de probabilidade.

03. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os alimentos avaliados, houve considerável variação nas frações de carboidratos e proteínas. Este fato reforça a proposta de, ao formular rações para ruminantes se levar em consideração, as diferentes frações que constituem estes nutrientes, a fim de proporcionar melhores adequações das fontes nitrogenadas e energéticas no rúmen e nos intestinos (Russel et al., 1992; Van Soest e Fox, 1992).

Todos os alimentos estudados possuem maior fração B2 da proteína (Tabela 2), ou seja, a maior parte da proteína presente nos alimentos concentrados estudados apresenta degradação intermediária no rúmen (Sniffen et al., 1992).

Tabela 2 – Fração nitrogenada não protéica (A), proteína de rápida degradação no rúmen (B1), proteína insolúvel (B2), proteína insolúvel lentamente degradável (B3) e proteína não degradável no rúmen (C).

Alimentos	A	B1	B2	B3	C
Caroço de algodão integral	3,18 ^c	4,84 ^d	70,02 ^a	17,50 ^a	4,45 ^a
Farelo de soja	7,60 ^d	22,06 ^b	65,31 ^c	3,36 ^c	1,65 ^c
Grão de girassol	16,43 ^a	4,51 ^d	66,88 ^b	10,28 ^c	1,90 ^c
Torta de nabo forrageiro	15,77 ^b	27,58 ^a	42,34 ^c	11,65 ^b	2,64 ^b
Milho triturado	10,54 ^c	19,65 ^c	60,28 ^d	8,23 ^d	1,27 ^c
CV	1,02	1,17	0,56	2,17	9,84

a, b, c, d, e - Médias acompanhadas de letras diferentes na mesma coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey

CV = coeficiente de variação.

Dentre os alimentos estudados, o grão de girassol apresentou maior teor de nitrogênio não protéico (16,43%), resultado semelhante ao verificado para a torta de nabo forrageiro (15,77%), embora esses dois alimentos apresentem teor de proteína bruta

bastante distinto, 15,99 e 43,31% para o grão de girassol e a torta de nabo forrageiro, respectivamente.

Quando a proteína é rapidamente degradada no rúmen podem ser produzidas quantidades de amônia superiores àquelas necessárias para o crescimento dos microrganismos. Neste caso, o excesso de amônia pode ser absorvido através da parede do rúmen e metabolizado no fígado ou pode passar para os compartimentos digestivos posteriores (Coelho da Silva e Leão, 1979). No entanto, para que esta proteína seja mais eficientemente utilizada no rúmen pelos microrganismos, torna-se necessário, em quantidade e qualidade, ácidos graxos voláteis liberados por meio dos processos fermentativos no rúmen. Sendo assim, os resultados sobre as frações protéicas da torta de nabo forrageiro e do grão de girassol sugerem que este nutriente pode ser mais eficientemente utilizado com outros alimentos que possuam taxas mais rápidas de fermentação dos componentes fibrosos, como por exemplo sorgo ou farelo de trigo que apresentam, de acordo com Malafaia (1997) elevada fração solúvel de carboidratos.

A torta de nabo forrageiro, dentre os alimentos estudados apresentou o maior teor da fração nitrogenada B1, enquanto o caroço de algodão apresenta elevada fração B2 e B3. Com base nestes resultados, a torta de nabo forrageiro pode ser recomendada para atender as exigências de peptídeos dos microrganismos ruminais que utilizam os carboidratos não estruturais, isto porque, de acordo com Russel et al. (1992) a biomassa desses microrganismos no rúmen pode ser aumentada em até 18,7% quando ocorre adequada disponibilidade da fração B1 no interior do rúmen. Em contrapartida o caroço de algodão integral, com 87,52% do seu conteúdo protéico constituído pelas frações B2 + B3, pode ser indicado para propiciar maior aporte energético de nitrogênio nos intestinos.

O elevado teor da fração C presente no caroço de algodão integral é consequência da elevada porcentagem de fibra em detergente ácido (41,78%) presente, neste alimento, uma vez que a fração C corresponde à proteína insolúvel em detergente ácido. Em contrapartida, o milho triturado (6,23% FDA) apresentou menor teor da fração C (1,27%).

A fração B3 do grão de milho triturado encontrado, neste estudo, (8,23%), é semelhante ao valor obtido por Pereira et al. (1995) de 8,30% e superior a 7,81% encontrado por Malafaia (1997).

O farelo de soja apresentou, em relação aos demais alimentos analisados neste estudo, maior porcentagem de proteína presente no conteúdo celular, frações B1 + B2 (87,37%), enquanto o caroço de algodão integral possui cerca de 21,95% de sua proteína participando da composição da parede celular vegetal.

A quantificação e a estimativa das taxas de degradação das frações nitrogenadas são responsáveis pelo maior ou menor escape de nitrogênio ruminal e pelo atendimento das exigências de nitrogênio dos microrganismos ruminais. Dessa forma, fica implícito que alimentos com teores de proteína bruta semelhantes, mas com diferenças nestas frações e nas suas taxas de degradação, resultarão em predições incorretas sobre o desempenho animal se na formulação das rações não for considerada a dinâmica destas frações no rúmen e nos intestinos.

O farelo de soja e a torta de nabo forrageiro apresentaram valores semelhantes para a fração C dos carboidratos totais (Tabela 3), no entanto, na fração A + B1 nota-se superioridade para o farelo de soja. Esses resultados indicam que a utilização de farelo de soja e torta de nabo forrageiro pode ser benéfica no sentido de maximizar o crescimento microbiano ruminal, isto porque a torta de nabo possui maior fração nitrogenada solúvel e o farelo de soja maior quantidade de carboidratos não estruturais prontamente solúveis no

rúmen. O valor encontrado para a fração A + B1 do farelo de soja neste estudo é superior ao valor relatado por Malafaia et al. (1993) de 64,99%, no entanto as frações B2 e C são inferiores as divulgadas pelo mesmo autor, 8,10 e 26,91%, respectivamente.

O caroço de algodão, como pode ser observado na Tabela 3, foi o alimento concentrado com maior valor para a fração B2 (58,46%) e menor valor para a fração A+B1 (9,56%), o que provavelmente é consequência da maior porcentagem de FDN presente neste alimento concentrado. O elevado teor de fração indigestível dos carboidratos presente neste alimento é consequência do alto teor de lignina do mesmo (8,40%).

Tabela 3 – Frações que constituem os carboidratos totais do alimento. Açúcares simples de rápida degradação ruminal (A+B1), fração digestível da parede celular (B2), fração indigestível da parede celular (C).

Alimentos	A+B1	B2	C
Caroço de algodão integral	9,56 ^d	58,46 ^a	31,73 ^a
Farelo de soja	78,67 ^b	7,82 ^d	13,70 ^d
Grão de girassol	43,53 ^c	47,81 ^b	28,76 ^b
Torta de nabo forrageiro	43,68 ^c	41,74 ^c	15,75 ^c
Milho triturado	89,50 ^a	7,74 ^d	2,82 ^e
CV	0,38	0,73	1,26

A+B1, B2 e C – representados em porcentagem dos carboidratos totais.

a, b, c, d, e - Médias acompanhadas de letras diferentes na mesma coluna diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey

CV = coeficiente de variação.

A fração B2 dos carboidratos presentes no milho triturado e no farelo de soja foram semelhantes (Tabela 3), o que era esperado levando em consideração que esta fração corresponde a fração digestível da parede celular vegetal, no entanto o milho apresenta elevado teor de carboidratos solúveis e de rápida degradação ruminal, como por exemplo o

amido. Comportamento semelhante ao fracionamento dos carboidratos do milho foram encontrados por Malafaia (1997).

A importância do fracionamento dos carboidratos ingeridos pelos ruminantes se baseia na classificação das bactérias ruminais quanto à utilização dos carboidratos que constituem a parede celular vegetal e daqueles que se localizam no conteúdo celular com função não estrutural (RUSSEL et al., 1992). A caracterização das frações que constituem os carboidratos dos alimentos obtidos nas condições tropicais e a determinação das taxas de degradação de cada fração será instrumento valioso para formulação de rações que visem à maximização do crescimento microbiano ruminal e, conseqüentemente, a melhor predição do desempenho dos animais.

O caroço de algodão integral apresenta grande porcentagem de proteína lentamente degradada no rúmen. Esta pode ser uma característica desejável, principalmente quando este alimento é utilizado em rações destinadas a animais de alta produção, pois haverá maior disponibilidade de proteína para absorção no intestino delgado, principalmente se o caroço de algodão for fornecido inteiro. Ao contrário, a torta de nabo forrageiro e o grão de girassol apresentam maior percentual de proteína rapidamente degradada no rúmen, disponibilizando nitrogênio para o crescimento dos microrganismos ruminais.

A determinação das frações que constituem a proteína bruta e os carboidratos dos alimentos estudados constitui em análises simples, não onerosas, que permitem estabelecer parâmetros mecanicistas para a avaliação destes alimentos.

04. CONCLUSÕES

Os alimentos estudados apresentam grande variação em relação às frações protéicas e dos carboidratos.

O caroço de algodão integral constitui uma fonte de proteína não degradada no rúmen, principalmente se fornecido inteiro.

Dentre os alimentos estudados a torta de nabo forrageiro apresentou os menores valores para as frações rapidamente solúveis dos carboidratos e maior fração B1 da proteína bruta.

05. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed., Arlington, Virginia. 1990.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de Nutrição de Ruminantes**. São Paulo: Livroceres, 1979. 232 p.

HUNGATE, R. E. Introduction: The ruminant and the rúmen. In: HOBSON, P. N. **The rumen microbial ecosystem**. London: Elsevier, 1988. p. 1-19.

LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 57, p.347-358, 1996.

MALAFAIA, P. A. M. **Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos de alimentos por técnicas in situ, in vitro e de produção de gases**. 1997. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MALAFAIA, P. A. M., VALADARES FILHO, S. C., COELHO DA SILVA, J. F. et al. Determinação das frações que constituem a proteína bruta de alguns volumosos e concentrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1993, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1993. p.302 – 305.

PEREIRA, J. R. A., BOSE, M. L. V., BOIN, C. et al. Avaliação das subfrações dos carboidratos e das proteínas, usando a metodologia do CNCPS e *in situ* com bovinos da raça nelore. III. Milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.289 – 291.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR; J. D., VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I – Ruminal fermentation. **Journal Animal of Science**, v. 70, p. 3551-3561, 1992.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS® **User's guide**. Cary: SAS Institute, 2003. 956p.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and Protein Availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 3562-3578, 1992.

VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G. Discounts for net energy and protein. Fifth revision. **Proc. Cornell Nutrition Conference**, Champaign, v. 1, n. 13-15, p. 40-53. 1992.

VAN SOEST, P. J; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583 – 3597. 1991.

CONCLUSÃO GERAL

A torta de nabo forrageiro, um alimento protéico de elevado valor energético, apresenta potencial para substituir o farelo de soja, como fonte protéica na alimentação de ruminantes. O menor teor de óleo existente neste alimento e a boa degradabilidade da matéria orgânica sugerem que este alimento pode substituir o grão de girassol ou o caroço de algodão como fonte energética, no entanto são necessários maiores estudos sobre este alimento, no sentido de verificar o perfil dos ácidos graxos, isto porque alimentos ricos em ácidos graxos polinsaturados podem ser prejudiciais à fermentação microbiana no rúmen.

A correta formulação de rações para ruminantes, com a finalidade de adequar a disponibilidade de nitrogênio e energia no rúmen e nos intestinos, visando obter o máximo do potencial produtivo desses animais, deve levar em consideração as diferentes frações que compõe o nitrogênio total e os carboidratos dos alimentos. Isto porque alimentos que apresentam valores semelhantes de proteína bruta e dos componentes da parede celular podem apresentar disponibilidade variável destes componentes nutritivos.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)