



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE TORTAS OLEAGINOSAS
E AVALIAÇÃO DE DIFERENTES INÓCULOS PARA
DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DE ALIMENTOS**

THIAGO JOSÉ DE LIRA CARDOSO

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título
de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul - MS
Novembro - 2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE TORTAS OLEAGINOSAS
E AVALIAÇÃO DE DIFERENTES INÓCULOS PARA
DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DE ALIMENTOS**

THIAGO JOSÉ DE LIRA CARDOSO

Zootecnista

Orientador: Luiz Carlos Ferreira de Souza
Co-orientador: Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título
de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul - MS
Novembro - 2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da UFGD, Dourados, MS, Brasil

C268c Cardoso, Thiago José de Lira.
Caracterização nutricional de tortas oleaginosas e
avaliação de diferentes inóculos para digestibilidade *in*
vitro de alimentos / Thiago José de Lira Cardoso –
Dourados-MS: UFGD, 2013.

71 f.

Orientador: Luiz Carlos Ferreira de Souza.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade
Federal da Grande Dourados.

1. Alimentação animal. 2. Tortas oleaginosas. 3.
Degradabilidade ruminal. I. Souza, Luiz Carlos Ferreira
de. II. Título.

CDD: 636.085

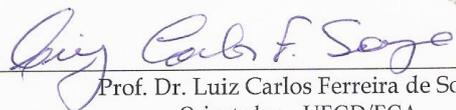
“Caracterização nutricional de tortas de oleaginosas e avaliação de diferentes inóculos para digestibilidade *in vitro* de alimentos”

por

THIAGO JOSÉ DE LIRA CARDOSO

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA

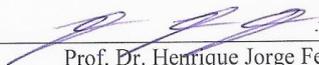
Aprovada em: 19/08/2013



Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes
UFGD/FCA



Prof. Dr. Henrique Jorge Fernandes
UEMS/ZOO

DEDICATÓRIA

Ao nosso bom pai senhor Deus,

Aos meus pais Vair Pereira Cardoso e Iraci Lira Cardoso

Meus irmãos, Vinicius Lira Cardoso e Matheus Lira Cardoso

Aos meus avós maternos, Izaura de Barros Lira e Aureliano Lira

E avós paternos José Gonsalves Cardoso e Clarinda Pereira Cardoso

E Família Macedo, à Marichel Canazza Macedo pela força e

compreensão que tem tido comigo.

A todos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas bênçãos que recebo diariamente em minha vida.

À minha família pais, irmãos, avós, tios e primos que sempre estiveram presentes.

Ao meu pai pela atenção e carinho e, em especial, a minha amada mãe. Professora, mulher forte, inteligente e idealizadora que nunca mediu esforços para me ajudar a compreender que o conhecimento é o melhor caminho.

À Marichel Canazza de Macedo, minha noiva e parceira por me apoiar incondicionalmente nesta caminhada.

Aos amigos e professores pelo apoio que de alguma forma me ajudaram a crescer.

Ao Professor Rafael Goes (Co-orientador), que mais que um docente, foi parceiro e incentivador e a toda equipe da Universidade Federal da Grande Dourados, em especial ao orientador e ao corpo do docente do programa de pós-graduação em Zootecnia pelas oportunidades que me foram ofertadas. Não deixando de ressaltar um carinhoso obrigado ao meu orientador Professor Luiz Carlos Ferreira de Souza, pela disposição e atenção que dispensou a mim ao longo deste trabalho. Sempre que solicitado ajudou-me nos procedimentos para o desenvolvimento desta pesquisa.

À Maria Giselda (GISA), técnica do laboratório de nutrição animal, Laura e João funcionários dos laboratórios de Fertilidade do Solo e de Química, o meu sincero muito obrigado pela atenção que sempre tiveram comigo.

Aos muitos amigos que fiz ao longo desses dois anos. Não tenho como citar todos, mas Baltazar, Flávio, Rosielen Patussi, grande Rosi, Marília, Marta, Helen, Gustavo, Kennyson, Luis Xavier.

À equipe da Universidade Estadual de Maringá (UEM) onde realizei parte de minhas pesquisas, pelas oportunidades de testar novas metodologias em laboratório e assim adquirir mais experiência. Em especial Professor Doutor Antônio Ferriani Branco, às técnicas de Laboratório Creuza e Cleuza Volpato, aos Servidores do Setor de Bovinocultura e fábrica de rações da Fazenda Experimental de Iguatemi, Wilson, pela amizade e paciência e a outros grandes amigos que tive a satisfação de conhecer como o Paulo e sua esposa Silvana

Teixeira, Ana Lúcia, que reencontrei, Diogo, Milene Osmari, Tati Garcia, Professora Sandra e ao Paulo que me acolheu em sua casa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), aos componentes da banca examinadora Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes (qualificação) e Henrique Jorge Fernandes (defesa), aos ajudantes funcionários da Universidade Federal da Grande Dourados Sr. Valdemar e Vanilton (Sombra), por toda colaboração e atenção, O meu sincero agradecimento.

Deus abençoe a todos.

BIOGRAFIA

THIAGO JOSÉ DE LIRA CARDOSO, nasceu em Fátima do Sul (MS), em 1986, filho de Vair Pereira Cardoso, pecuarista, e Iraci Lira Cardoso, professora.

Morou em Culturama-MS onde estudou até o 1º ano do Ensino Médio. Em 2002 veio para Campo Grande, morou com seus avós maternos até concluir o Ensino Médio.

Em fevereiro de 2004, ingressou na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, em Aquidauana (MS), no curso de Zootecnia, colando grau no ano de 2010.

Em março de 2011, mudou-se para Dourados (MS) onde iniciou o programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Zootecnia, na Universidade Federal da Grande Dourados, desenvolvendo estudos na área de Produção de Ruminantes, submetendo à defesa de dissertação no ano de 2013.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Potencialidade de espécies oleaginosas no Brasil para a produção de biodiesel	3
2.2. Degradabilidade <i>in situ</i>	6
2.2.1 Degradabilidade <i>in situ</i> método usual com saco de náilon.....	7
2.3 Digestibilidade <i>in vitro</i> normal de tilley e terry	7
2.4 Digestibilidade <i>in vitro</i> utilizando fezes como inóculo.....	8
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
CAPITULO 1	16
CARACTERIZAÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E DEGRADABILIDADE IN SITU DE TORTAS OLEAGINOSAS PROTEICAS UTILIZADAS PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES.....	17
Introdução	21
Material e Métodos.....	22
Resultados e Discussão.....	27
Conclusões	40
Referências bibliográficas	41
CAPITULO 2.....	47
INÓCULOS ALTERNATIVOS PARA A DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE IN VITRO DE TORTAS RESIDUAIS DE OLEAGINOSAS	48
Introdução	50
Material e Métodos.....	52
Resultados e Discussão.....	55

Conclusões	66
Referências Bibliográficas.....	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
ANEXOS.....	70

LISTA DE TABELA

- Tabela 1.** Composição bromatológica da silagem de milho fornecidas aos bovinos.....p.25
- Tabela 2.** Composição químico-bromatológica das tortas de canola, cártamo, nabo forrageiro e soja.....p.28
- Tabela 3.** Composição químico-bromatológica das tortas de canola, cártamo, nabo forrageiro e soja (1).....p.29
- Tabela 4.** Composição mineral das tortas de canola, cártamo, nabo forrageiro e soja (2).....p. 32
- Tabela 5.** Valores médios estimados da fração solúvel em água (a), solúvel potencialmente digestível no rúmen de bovinos (b) e da fração insolúvel potencialmente degradável no rúmen (c), da matéria seca e proteína bruta das tortas de canola, cártamo, nabo forrageiro e de soja e a degradabilidade efetiva da degradação *in situ* da matéria seca e proteína das amostras em função das percentagens de taxa de passagem.....p. 35
- Tabela 6.** Tempo de colonização (h) para matéria seca e proteína bruta dos alimentos avaliados (*lag time*).....p. 39
- Tabela 7.** Composição químico-bromatológica da silagem de milho fornecidas aos bovinos.....p. 52
- Tabela 8.** Composição químico-bromatológica das tortas de oleaginosas pós colheita, utilizadas no experimento de digestibilidade *in vitro*.....p. 53
- Tabela 9** Efeito da interação da diluição e do inóculo sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS -%) da torta de canola. Dourados – MS, UFGD, 2013.....p. 57
- Tabela 10.** Equações de regressão ajustadas para diferentes inóculos em função dos diferentes diluições para a torta de canola.....p. 57
- Tabela 11.** Efeito da interação da diluição e do inóculo sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS -%) da torta de cártamo. Dourados – MS. UFGD, 2013.....p. 59
- Tabela 12.** Equações de regressão ajustadas para diferentes inóculos em função dos diferentes diluições para a torta de cártamo.....p. 60

- Tabela 13.** Efeito da interação da diluição e do inóculo sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS -%) da torta de nabo forrageiro. Dourados – MS. UFGD, 2013.....p. 62
- Tabela 14.** Equações de regressão ajustadas para diferentes inóculos em função dos diferentes diluições para a torta de nabo forrageiro.....p. 62
- Tabela 15.** Efeito do inóculo na digestibilidade da matéria seca torta de soja. Dourados – MS, UFGD, 2013.....p. 63
- Tabela 16.** Efeito da interação da diluição e do inóculo sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS -%) da torta de soja. Dourados – MS. UFGD, 2013.....p. 64
- Tabela 17.** Equações de regressão ajustadas para diferentes inóculos em função dos diferentes diluições para a torta de soja.....p. 65

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01.** Degradabilidade da matéria seca (MS) de diferentes tortas em função do período de incubação no rúmen de novilhos.....p. 35
- Figura 02.** Degradabilidade Potencial (DP) da Proteína; dos alimentos avaliados, em função do tempo de permanência no rúmen (h).p. 36

ANEXOS

- Apêndice 1.** Resumo da análise de variância da digestibilidade da matéria seca da torta de canola em diferentes diluições e inóculos. Dourados – MS, UFGD, 2013.....p. 70
- Apêndice 2.** Resumo da análise de variância da digestibilidade da matéria seca da torta de cártamo em diferentes diluições e inóculos. Dourados – MS, UFGD, 2013.....p. 70
- Apêndice 3.** Resumo da análise de variância da digestibilidade da matéria seca da torta de nabo forrageiro em diferentes diluições e inóculos. Dourados – MS, UFGD, 2013.....p. 70
- Apêndice 4.** Resumo da análise de variância da digestibilidade da matéria seca da torta de soja em diferentes diluições e inóculos. Dourados – MS, UFGD, 2013.....p. 71

RESUMO

O objetivo foi determinar a caracterização químico-bromatológica, a degradabilidade *in situ* e a digestibilidade *in vitro* utilizando quatro níveis (g/mL) de líquido ruminal (mL/mL), fezes de bovino, equino e coelho (200/200, 300/100, 400/100, 500/100 g/ml) para tortas oleaginosas oriundas de prensagem mecânica a frio para extração de óleo dos grãos de canola (*Brassica napus*), cártamo (*Carthamus tinctorius L.*), nabo forrageiro (*Raphanus stivus L. var.oleiferus Metzg.*) e de soja (*Glycine max*), os valores para as respectivas tortas foram de 40,71%, 24,18%, 38,40% e 44,28% de proteína; estes alimentos mostraram ser alimentos altamente degradável no rúmen, para torta de nabo forrageiro e torta de soja apresentaram valores de fibra bruta de 17,78% e 7,79% respectivamente. Os parâmetros cinéticos da matéria seca e proteína das tortas avaliados pela técnica *in situ* foi realizada em três bovinos fistulados, sendo os alimentos incubados em sacos de TNT em tempo decrescente de 72, 48, 36, 24, 18, 12, 6, 3h, as tortas de soja e nabo forrageiro foram as que mais se destacaram com alta degradabilidade potencial ruminal para a MS e PB (92,67;83,03 e 87,49;79,03%) a torta de soja apresentou fração "a" solúvel de 43,10 e 27,63% para a MS e PB, a torta com menor degradabilidade foi a torta de cártamo. Por fim avaliou sua digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) utilizando a técnica padrão, com quatro 4 tipos de inóculo oriundos do líquido ruminal, fezes de bovinos, fezes de equino e fezes de coelho em quatro diluições de 1:1, 1:3, 1:4 e 1:5. Os inóculos nas diluições de 1:3 apresentaram melhores percentagem de DIVMS. Pode-se concluir que as fontes de oleaginosas possuem potencial nutritivo comparado à torta de soja e a utilização de fezes como fonte de inóculo alternativo para digestibilidade *in vitro* mostrou potencial para ser utilizada como inóculo alternativo para digestibilidade *in vitro* da MS, no entanto é necessário mais estudos.

Palavras chaves: coprodutos, diluição, fezes, inóculos alternativos, tortas

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the characterization bromatological, the *in situ* degradability and *in vitro* digestibility using four levels of bovine fecal, equine and rabbit (200/200, 300/100, 400/100, 500/100 g / ml) for crushed oil derived from cold mechanical pressing to remove kernel oil, canola (*Brassica napus*), safflower (*Carthamus tinctorius* L.), radish (*Raphanus* L. var. *oleiferus* Metzger) and soybean (*Glycine max*) values for their crushed were 40.71%, 24.18%, 38.40% and 44.28% protein; these foods shown to be highly degradable food for tart radish and soybean cake had values of crude fiber of 17.78% and 7.79% respectively. The kinetic parameters of dry matter and protein crushed evaluated by the *in situ* technique was performed in three fistulated cattle, and incubated in the food bags TNT decreasing in time of 72, 48, 36, 24, 18, 12, 6, 3 hours, crushed soy and radish were the ones that stood out with high ruminal degradability of DM and CP (92.67, 83.03 and 87.49, 79.03%) showed the soybean cake fraction "a" soluble 43.10 and 27.63% for DM and CP pie with lower degradability was pie safflower. Finally evaluated their *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) using the standard technique with four 4 types of inoculum originating from rumen fluid from cattle feces faeces faeces equine and rabbit in four dilutions of 1:1, 1:3, 1:4 and 1:5. inoculum at dilutions of 1:3 showed better percentage IVDMD. It can be concluded that the sources of oil have nutritional potential compared to soybean cake and the use of feces as a source of inoculum for *in vitro* showed potential to be used as alternative inoculum for *in vitro* digestibility of DM, however more research is needed.

Keywords: coproducts, dilution, feces, inoculum alternative, crushed

1. INTRODUÇÃO

A utilização do biodiesel pode ser uma ferramenta para reduzir as emissões de poluentes, os custos na área da saúde e a dependência do Brasil por importações do petróleo (ACCARINI, 2006), tem ainda, como vantagem o aproveitamento dos resíduos oriundos da extração do óleo vegetal (SCHAFFEL, 2010) como coprodutos na alimentação animal (MELLO, et al., 2008) para redução do custo de produção (ARTHUR & HERD, 2008) .

Nesse sentido, estudos químico-bromatológicos desses resíduos devem ser realizados com o objetivo de avaliar suas propriedades e validá-los como coprodutos na produção de ruminantes. Além desses aspectos, estes resíduos devem ser avaliados quanto à degradabilidade *in situ* e digestibilidade *in vitro*, a fim de explorar melhor a produtividade do animal.

Dentre os métodos de predição da dinâmica do alimento, a técnica *in situ* é a mais confiável, uma vez que o estudo é realizado dentro do próprio animal (COELHO, 2012). Muitos trabalhos têm sido conduzidos no Brasil para a avaliação da dinâmica de forragens, resíduos agrícolas e produtos industriais na alimentação de bovinos (GOES et al., 2004).

Contudo, alternativas à técnica *in situ* tem sido descritas no sentido de diminuir os custos e os riscos na manipulação dos animais, dentre elas, destaca-se a técnica *in vitro*, a qual é realizada sob condições artificiais e tem a vantagem de possibilitar maior controle ambiental, no entanto esta técnica requer o uso de líquido ruminal coletado a partir da implantação de fístula no animal.

Esse procedimento, mesmo que necessário, pode causar dor no animal e favorecer o aparecimento de infecções. Necessitando assim de outros tipos de inóculos (CARDOSO et al., 2010) que não venha ter metodologia de coleta “invasiva”, a exemplo de fezes de animais com ceco funcional.

Para o sucesso da técnica *in vitro*, entretanto, é necessário que os resultados obtidos sejam facilmente reproduzíveis, altamente correlacionados com os obtidos *in vivo* (GETACHEW et al., 1998) e é utilizada para vários tipos de alimentos (FORTALEZA, A.P.S. et al., 2013; GORDIN, C. L., 2011). Esta

técnica possibilita também a determinação rápida do valor da taxa de digestão dos alimentos e sua eficiência de disponibilidade nutricional.

Cardoso et al., (2010) comparando o líquido ruminal ao inóculo fezes de coelhos para a DIVMS do alimento milho moído (*Oryctolagus cuniculus*) e Silva et al., (2003) com fezes de equinos para o farelo de trigo e milho, não obtiveram diferença estatística nas digestibilidades.

Deste modo é evidenciado o potencial na utilização destas fontes alternativas de inóculo para técnica da digestibilidade *in vitro*.

Também Alcalde et al. (2001) avaliando fezes de bovinos (*Bos taurus*) para DIVMS do farelo de trigo e do milho e da mesma maneira que o inóculos citados anteriormente não houve diferença em comparação com o líquido ruminal.

Porém Akhter e Hossain (1998) ao substituir líquido ruminal por fezes de bovinos na digestibilidade *in vitro*, encontraram valores absolutos de digestibilidade menores para o inóculo com fezes, no entanto apresentou, alta correlação ($r^2 = 0,95$) com o líquido ruminal.

Considerando a possibilidade de aproveitamento dos subprodutos da indústria do biodiesel na alimentação animal e a necessidade de se desenvolver procedimentos para avaliação desses alimentos, objetivou-se com o presente trabalho determinar a composição químico-bromatológica de tortas de grãos de canola, cártamo, nabo forrageiro e soja, estimar a degradabilidade *in situ* e em função dos diferentes métodos de avaliação na digestibilidade *in vitro* desses alimentos comparar em função de diferentes diluições e fontes de inóculos.

2. OBJETIVOS

Caracterizar químico-bromatologicamente tortas de canola, cártamo, nabo forrageiro e soja, oriundas de prensagem mecânica para estimar seu potencial nutritivo e avaliar sua degradabilidade *in situ* e sua digestibilidade *in vitro* utilizando métodos novos com inóculos alternativos.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a composição químico-bromatológica das tortas de canola, nabo forrageiro, cártamo e de soja; a fim de se identificar o potencial de uso para a alimentação animal.

Avaliar a degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta de tortas oleaginosas em novilhos mestiços.

Avaliar inóculos alternativos (fezes de bovinos, equinos e de coelhos) na determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca de tortas oleaginosas; Determinar a melhor diluição para cada fonte de inóculo, na determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Potencialidade de espécies oleaginosas no Brasil para a produção de biodiesel

Em 2004, o Governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), que tem por objetivo estimular a produção de biodiesel a partir de diversas fontes oleaginosas em regiões diversas do território nacional, de forma sustentável, promovendo a inclusão social, além de garantir preços competitivos, qualidade e suprimento. A concepção do PNPB está baseada em uma base tecnológica que sustenta três visões: ambiental, social e mercadológica (IBICT, 2013).

A partir de 1º de janeiro de 2010, o governo decretou aumento obrigatório de 3% para 5% da mistura do biodiesel ao óleo diesel fóssil comercializado em todo o Brasil, gerando uma demanda de 2,4 bilhões de litros de óleo vegetal (ANP, 2012).

O país possui uma capacidade instalada de 65 usinas autorizadas para operar na produção de biodiesel, com disposição anual de produzir 5,8 bilhões de litros, e destina aos grãos de soja a maior porcentagem da matéria prima para produção de biodiesel com 72,9%, seguido da gordura bovina (16,3%), do óleo de algodão (5,5%) e do óleo de palma (0,44%) (ANP, 2012). A soja tem potencial para oferecer todo o óleo necessário para atender até mesmo à mistura dos 5% ao diesel fóssil, mas ela ainda sofre algumas restrições econômicas relativas ao custo da matéria-prima para a fabricação do biodiesel (PNA, 2006).

As demais espécies de oleaginosas de ciclo anual ou perene para produção de biodiesel ainda são inexpressivas (ANP, 2012). Entretanto, alguns trabalhos têm mostrado o potencial de oleaginosas como o cártamo BRADLEY et al., 1999; GIAYETTO et al., 1999), a canola (BRUM et al., 1999) e o nabo forrageiro e para a extração de óleo vegetal devido ao alto conteúdo de extrato etéreo em seus grãos.

Segundo Giayetto et al., (1999) o cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) apresenta teores de 35 a 40% para uso industrial Weiss (2000); Johnston et al., (2002).

Além disso, estudos sobre a composição bromatológica da torta do cártamo resultaram em características protéicas relevantes, em torno de 35% (ARANTES, 2011) a 40% em média (BRADLEY et al., 1999; GIAYETTO et al., 1999) sendo muito utilizada na alimentação de ruminantes (SILVEIRA, 2012).

O cártamo é uma espécie de planta cultivada há mais de 2000 anos e em diversos países tem sido cultivada por sua adaptabilidade às diferentes condições ambientais e, principalmente, pela qualidade do óleo. A planta apresenta altura que varia entre 30 e 150 cm, com raiz extremamente vigorosa e o caule produz ramificações em número variável. Cada ramificação produz de 1-5 capítulos de cor amarela, laranja ou vermelha e os frutos são aquênios,

cada um dos quais podem produzir de 15-30 grãos com um teor de óleo entre 30 e 45% (DAJUE & MÜNDEL, 2002).

Os principais produtores mundiais de cártamo são a China, Egito, Estados Unidos, Índia, México e Rússia. O óleo de cártamo apresenta altos teores de ácidos linoléicos (70%) e oléicos (20%) e baixa porcentagem de ácido linolênico (3%) (BRADLEY et al., 1999).

Pesquisa desenvolvida com cártamo em Dourados-MS, avaliando fungicidas no controle da *Alternária carthami* obteve o maior teor de óleo (36,7%) no tratamento testemunha e a maior produtividade de grãos nos tratamentos com fungicidas, na média de 1431,7 kg ha⁻¹ (RECH, 2012).

O nabo forrageiro (*Raphanus stivus L. var. oleiferus Metzg.*), pertencente à família Cruciferae, é uma planta anual, alógama, herbácea, ereta, muito ramificada e pode atingir de 100 a 180 cm de altura (DERPSCH & CALEGARI, 1992). De forma que no Sul e Centro-Oeste do Brasil esta espécie tem sido empregada como material para adubação verde de inverno e cobertura do solo, também no Estado de São Paulo, em sistemas de cultivo conservacionistas como o plantio direto (CRUSCIOL et al., 2005). Caracteriza-se pelo crescimento inicial rápido, e aos 60 dias após a emergência promove a cobertura de 70% do solo (CALEGARI, 1990). Os grãos possuem acima de 30% de óleo (BRESSAN L. A. dos A. et al. 2010), sendo um excelente fornecedor de matéria prima para o biodiesel e a torta pode conter até 40% de proteína bruta.

Em relação à canola (*Brassica napus L.* e *Brassica rapa L.*), sabe-se que a área de plantio de canola no Brasil na safra 2012/13 foi de 41,8 mil hectares, com uma produção de 60,4 mil toneladas (CONAB, 2013). O Estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor de canola seguido do Paraná (CONAB, 2013) e os grãos produzidos no Brasil têm apresentado em torno de 38% de óleo, sendo que o farelo de canola possui 34 a 38% de proteínas, com média 34% de PB e 30% de fibra constituindo um excelente suplemento proteico na formulação de rações para bovinos, suínos, ovinos e aves (CANOLA COUNCIL OF CANADA, s/d).

2.2. Degradabilidade *in situ*

Os modelos de análise de dietas para ruminantes têm considerado as relações dinâmicas presentes no processo digestivo e demandam o conhecimento das taxas de degradação ruminal dos alimentos para estimar o consumo e o desempenho animal (NRC, 1996; AFRC, 1992).

A técnica *in situ* proposta por Mehrez e Orskov (1977), prediz a taxa de degradação da proteína de concentrados químicos. Por ser uma técnica *in vivo*, permite o estudo da degradabilidade de vários alimentos no interior do rúmen do animal (VANZANT et al., 1998).

O tempo de permanência do alimento também influencia a digestão dos alimentos no rúmen, dessa forma, Orskov & McDonald (1979) descrevem um modelo matemático pra estimar a velocidade de degradação dos alimentos expressa pela formula não linear:

$$P = a + b * (1 - e^{-c*t})$$

Onde: P = degradabilidade potencial do alimento;

a = representa o substrato solúvel e rapidamente degradável; b = representa o substrato insolúvel, mas potencialmente degradável; c = taxa constante da função b e t = tempo de incubação.

Adicionalmente, na equação acima foi incluída a taxa de passagem do alimento para estimar a degradabilidade efetiva.

$$\text{Degradabilidade efetiva (DE)} = a + ((b * c) / (c + k))$$

Onde: k = taxa de passagem das partículas pequenas do rúmen

Os alimentos envolvidos na técnica *in situ* ficam suspensos no interior do rúmen dentro de sacos com poros e em contato direto à digesta.

No entanto, a técnica *in situ* não reproduz os efeitos da mastigação do animal (ruminação), a passagem pelo trato digestivo e, vários outros fatores que são relacionados com a degradação do alimento. Dentre os quais podemos citar a porosidade do saco, tamanho da amostra, relação peso de amostra/superfície do saco, tipo de alimento e frequência de alimentação (NOCEK, 1988; HUNTINGTON & GIVENS, 1995) que são características que podem levar ao maior erro experimental.

2.2.1 Degradabilidade *in situ* método usual com saco de náilon

A técnica *in situ* consiste em manter sacos de náilon contendo o alimento dentro do rúmen, permitindo íntimo contato entre o alimento e o ambiente ruminal, embora o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos como mastigação, ruminação e passagem pelo trato gástrico.

É o método mais utilizado para a avaliação da digestibilidade e da degradabilidade de os alimentos (VANZANT et al., 1998), resultando em estimativas rápidas e simples da degradação dos nutrientes no rúmen, além de permitir o acompanhamento da degradação em tempos diferentes (MEHREZ & ORSKOV, 1977).

Ao planejar o experimento com a técnica *in situ* os alimentos a serem testados devem ser adicionados à ração fornecida aos animais (NOCEK, 1988). Entretanto, para que essa técnica seja rotineiramente utilizada, nem sempre será possível utilizar todos os alimentos na dieta basal.

A determinação do período de incubação é essencial na avaliação *in situ* e depende do tipo de alimento a ser avaliado. De acordo com Orskov (1988) para a maioria dos suplementos proteicos, a incubação por 2, 6, 12, 24, 36 horas proporcionam informações adequadas para a determinação da curva de degradação dos fenos, palhas e outros materiais fibrosos, e esse período pode se prolongado por até 144 horas.

2.3 Digestibilidade *in vitro* normal de tilley e terry

A técnica de dois estágios proposta por Tilley & Terry (1963) e Johnson (1966) é a mais utilizada em estudos de nutrição de ruminantes para determinação do valor de digestibilidade de alimentos (BERCHIELLI et al., 2006). Apresenta alta confiabilidade uma vez que os resultados obtidos têm menor erro padrão e estão mais próximos daqueles encontrados em experimentos de digestibilidade em animais vivos, fornecendo assim estimativas precisas (LORENZI et al., 1992). Algumas modificações foram adicionadas por vários autores (OSBOURM & TERRY, 1977; NOCEK, 1985; HOLDEN, 1999).

Além disso, este método tem como vantagens; a utilização de equipamentos de menor custo, possibilitando a realização de várias análises; e proporciona a digestibilidade dos variados tipos de alimentos sendo eles concentrados proteicos ou energéticos.

Embora seja realizada sob condições artificiais, a técnica *in vitro* requer o uso de líquido ruminal coletado a partir da implantação de fístula no animal. Esse procedimento, embora necessário, pode causar dor no animal e favorecer o aparecimento de infecções.

Dessa forma, alternativas ao uso do líquido ruminal, como fezes, vem sendo avaliadas para a determinação da digestibilidade *in vitro* de alimentos.

2.4 Digestibilidade *in vitro* utilizando fezes como inóculo

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos com o intuito de avaliar fontes de inóculo alternativas ao líquido ruminal, para análise da digestibilidade *in vitro* de alimentos.

De acordo com Van Soest (1994), os microrganismos fecais dos ruminantes desempenham funções semelhantes aos microrganismos do rúmen. Além disso, independentemente dos diferentes valores observados de digestibilidade *in vitro*, os microrganismos presentes tanto nas fezes bovinas quanto nas equinas são capazes de degradar os alimentos testados, de forma semelhante à que ocorre com o líquido ruminal (EL SHAER et al., 1987; GONÇALVES & BORBA 1995; AKHTER & HOSSAIN 1998).

Segundo Soest (1994), as fezes podem ser utilizadas como alternativa ao líquido ruminal, dada a existência de microorganismos advindos da porção final do trato gastro intestinal de alguns animais que desempenham funções semelhantes aos microorganismos ruminais.

El Shaer et al. (1987) obtiveram elevada correlação ($r=0,98$) ao compararem o uso de fezes de carneiro com o líquido ruminal para a digestibilidade aparente *in vivo* e *in vitro*, ao empregarem a técnica Tilley e Terry (1963).

Fezes de bovinos (VAN SOEST, 1963) e de equinos (MEYER, 1995) são potenciais fontes de inóculos. Além disso, nos equinos a população microbiana no ceco e no cólon é de ordem de 5 a 7×10^9 microorganismos por grama de conteúdo digestivo (KERN et al., 1974).

A atividade do ceco e do cólon no intestino grosso dos equinos depende do tipo e da quantidade de substâncias nutritivas, vindo das porções anteriores do intestino delgado, bem como, da cinética da digesta e da capacidade de tamponamento do lúmen (THOMASSIAN, 2005). Para esta espécie, a primeira porção do intestino grosso é chamada ceco, local em que ocorre a fermentação dos alimentos, especialmente carboidratos, gorduras e fibras através da flora integrante de protozoários e bactérias (THOMASSIAN, 2005). As bactérias ao fazerem hidrólise das fibras liberam enzimas que degradam a parede celular, e os protozoários atuam com os resíduos das fibras, mantendo assim a população de microorganismos.

Bergman et al. (1990) demonstraram que os microorganismos do rúmen e do intestino grosso de equinos fermentavam a celulose, liberando metano, dióxido de carbono, acetato, propionato e butirato como produtos finais desse processo. No entanto, os microorganismos do rúmen são mais eficientes para degradabilidade da matéria seca dos alimentos (DIVMS) (KOLLER, 1978). Por isso a razão da reduzida capacidade dos equinos em digerir fibra comparando aos ruminantes (FRAPE, 1988), no entanto, alimentos com baixo teor de detergente neutro para estas bactérias podem ser eficientes.

Os coelhos também podem ser usados como doadores de inóculo ruminal em experimentos de digestibilidade *in vitro*. Segundo Cardoso et al., (2010),

esses animais são alojados individualmente em gaiolas de engorda adaptadas com uma tela coletora para recolhimento de fezes, similares às gaiolas de metabolismo idealizadas por (CARREGAL, 1976) e além desta facilidade de manejo, é baixo, o custo financeiro de para manter estes animais.

Os coelhos são espécies herbívoras não ruminantes que possuem um sistema de digestão de fibras através de uma população de microrganismos no ceco funcional possibilitando o uso de alimentos com baixo valor nutricional como alimentos fibrosos, no entanto, são incapazes de realizar totalmente a digestão de carboidratos estruturais, vitaminas do complexo B e aminoácidos essenciais (CHEEKE, 1987; DE BLAS, 1989).

Outros trabalhos têm demonstrado o potencial de uso de fezes como alternativa de fonte de inóculo. Alcalde et al., (2001) ao compararem o efeito do uso de líquido ruminal coletado a partir do rúmen e sonda esofágico com fezes de bovino, não observaram diferenças estatística dos inóculos nas diluições 1:1 e 1:3 sobre a DIVMS de farelo de trigo e de milho moído, que apresentaram em média 80,15% e 78,03%, respectivamente, evidenciando o potencial de utilização de fezes de bovinos como fonte de inóculo.

Semelhantemente, Silva et al., (2003) comparando líquido ruminal com fezes de bovinos, mas em diluição 1:2, não observaram diferenças estatísticas nos valores de DIVMS para o grão de milho moído de 89,69% e 88,35%.

Avaliando diferentes fontes de inóculos sobre a digestibilidade do milho moído, com fezes de coelho e líquido ruminal não observaram diferenças significativas entre para DIVMS (CARDOSO et al., 2010).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCARINI, J. H. 2006. Consolidação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel no Brasil. **In:** Seminário investimentos em Biodiesel. Rio de Janeiro, 16 de Março de 2006.
- AFRC. Agricultural Food Research Council. **Technical Committee on Response to Nutrients**. Report No.9. Nutrient Requirements of Ruminant Animals: Protein. Nutrition Abstracts and Reviews 62B, p.787-835, 1992.
- AGENCIA NACIONAL DO PETROLEO, GAS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEL – ANP. **Boletim Mensal de Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>> Acesso em: fev. 2013.
- AKHTER, S.; HOSSAIN, M. M. Cow faeces in *in vitro* digestibility assays of forages. **Asian-Australasian J. Anim.Sci.**, Savoy, v.11, n.1, p.51-54, 1998.
- ARTUR, J. P. F.; HERD, R. M. Residual feed intake in beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, Supl. Esp, p. 269- 279, 2008
- ALCALDE, C.R.; MACHADO, R.M.; SANTOS, G.T.; PICOLLI, R.; JOBIM, C.C. DIG estabilidade *invitro* de alimentos com inóculos de líquido de rúmen ou de fezes de bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.04, p. 917-921, 2001.
- ARANTES, A. M. **Cártamo (*Carthamus tinctorium* L.) produção de biomassa, grãos, óleo e avaliação nutritiva da silagem**. Alcides Meneghelli Arantes. Dissertação. Nova Odessa - SP, 2011. 34 p.: il.
- BERCHIELLI, T.T.; VAZ PIRES, A.; OLIVEIRA, S.G. (Eds). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.397-421.
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acid from gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, 70:567, 1990.
- BRADLEY, V. L.; GUENTHNER, R. L.; JOHNSON, R. C.; HANNAN, R. M. *Evaluation of sanflower germplasm for ornamental use*. **In:** Perspectives on new crops and new uses. Ed. J. Janick, ASHS Press, Alexandria, p.433-435.1999.
- BRESSAN, L. A. dos A.; BAKONYI, S. M. C. O biodiesel como combustível alternativo no transporte coletivo de Curitiba. 2010. Artigo científico (MBA em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável) – FATEC/FACINTER, Grupo UNINTR, Curitiba.
- CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná**. Londrina: Iapar, 1990. 37p. (Boletim Técnico, 35).
- CANOLA COUNCIL OF CANADA. Canola meal nutrient composition. Winnipeg s/d. Disponível em: <<http://www.canola-council.org>>. Acesso em: jun. 2013.
- CARDOSO, T.J.L.; GOES, R.H.T.B.; GRESSLER, M.G.M.; BRABES, K.C.S.; GABRIEL, A.M.A.; SILVA, L. H. X.; CAMILO, F.R. Fezes de diferentes espécies como inóculo para a determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca de alimentos para ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 39, Ed. 144, Art . 968, 2010.

CARREGAL, R.D. **Efeito da idade e de diferentes níveis de fibra bruta sobre a digestibilidade e de nutrientes de rações de coelhos**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1976. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1976.

CHEEKE, P.R. **Rabbit feeding and nutrition**. Oregon: Academic Press, 1987. 380p.

COELHO, J. S. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Fevereiro 2012 47p Ecofisiologia e composição bromatológica de brachiaria decumbens em sistemas silvipastoris com diferentes arranjos espaciais. Orientador Saulo Alberto do Carmo Araújo. Coorientadora: Maria Celuta Machado Viana. 2012. 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Levantamentos de Safra, 2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>. Acesso em: jun. 2013.

CRUSCIOL, Carlos A. C. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.2, p.161-168, 2005.

DAJUE, L.; MÜNDEL, H. Safflower *Carthamus tinctorius* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 7. **International Plant Genetic Resources Institute**, Rome, Italy. 1996.

DE BLAS, C. Alimentazione in svezzamento i patologia digestiva. **Rivisti di Coniglicoltura**, v.28, n.7, p.13-21, 1991.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná. **Circular**. Instituto. Agrônômico do Paraná, n.73. p. 1-78, 1992.

DHANO, M.S. On the analysis of dracon bag data for low degradability feeds. **Grass and Forage Science**, v.43, p.441-444, 1988.

EI SHAER, H.M.; OMED, H.M.; CAMBERLAIN, A. Use of faecal organism from sheep for the in vitro determination of digestibility. **J. Agric. Sci. Cambridge**, 109(2):257-259, 1987.

FORTALEZA A.P.S., SILVA L.D.F., BARBERO R.P., BARBOSA M.A.A.F., PRADO M.R., CALSAMIGLIA S.B. **Efeito da torta de nabo forrageiro sobre a cinética de fermentação e degradação ruminal in vitro**. Arch. zootec. [revista en la Internet]. 2013 Mar [citado 2013 Oct 30]; 62(237): 131-142. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922013000100014&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922013000100014>.

FRAPE, D. L. Dietary Requirements and athletic performance of horses. **Equine Veterinary Journal**, 1988, v.20, nº 3, p. 163 -172;

GETACHEW, M.G.; BLÜMMEL, H.P.S.; MAKKAR, K.B. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.72, p.261-281, 1998.

GIAYETTO, O. et al. Comportamiento de cultivares de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en la region de Rio Cuarto, Cordoba (Argentina). **Revista Investigación Agraria – Producción y Protección Vegetales**, v. 14, n. 1-2, p. 203-215, 1999.

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

GONÇALVES, L. M. B. O.; BORBA, A. E. S. Utilização de fontes de inóculo alternativas na determinação da digestibilidade *in vitro*. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.2, n.2, p.29-36, 1995.

GORDIN, CAROLINE LIBONATO. Degradabilidade ruminal e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de gramíneas de cynodon spp em quatro idades de rebrota. 2011. 80f . Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Dourados, MS : UFGD, 2011..

HOLDEN, L. A. Comparison of methods of *in vitro* matter digestibility for ten feeds. **J. Dairy Sci.**, Savoy, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.

HUNTINGTON, J. A.; GIVENS, D. I. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. **Nutrition Abstracts Review**, (serie B) v. 65, p. 64-93, 1995.

IBICT. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. **Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>>. Acesso em: jun. 2013.

JOHNSON, P. J. Techniques and procedures for *in vitro* and *in vivo* rumen studies. **J. Anim. Sci.**, Savoy, v.25, p.855-875, 1966.

JOHNSTON, A.M., TANAKA, D.L., MILLER, P.R., Brandt, S.A., Nielsen, D.C., Lafond, G.P., Riveland, N.R. Oilseed crops for semiarid cropping systems in the Northern Great Plains. **Agron. J.** 94, 231–240, 2002.

KOLLER, B.L. Comparative cell wall and dry matter digestion in the cecum of the pony and rumen of the cow using *in vitro* and nylon bag techniques. **Journal Animal Science**, 1978, nº 47 (1): p. 209-215;

LORENZI, E.T. et al. Comparação entre as técnicas *in vitro*, *in situ*, *in vivo*, e *in vitro* com sacos de náilon para avaliação da digestibilidade de forragens. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 21, p. 366-377, 1992.

MCDONALD, I.M. A revised model for the estimation of protein degradability in rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.96, p.251-252, 1981.

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

MELLO, D.F.; FRANZOLIN, R.; FERNANDES, L.B.; FRANCO, V.M.; ALVES, T.C. Avaliação do resíduo de nabo forrageiro extraído da produção de biodiesel como suplemento para bovinos de corte em pastagens. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 1, p. 45-46. 2008.

MEYER, H. **Alimentação de Cavalos**. São Paulo: Livraria Varela Ltda, 1995, 303pg;

NOCEK, J. E. Evaluation of specific variables affecting. *In situ* estimate of ruminal dry matter and protein digestion. **J. Anim. Sci.**, Savoy, v.60, n.5, p.1347-1358, 1985.

NOCEK, J.E.; RUSSELL, J. B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 71, n. 8, p. 2070-2107, Aug. 1988.

NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. (7th Ed.) **National Academy Press**, Washington, DC., USA

ØRKSOV, E.R. **Nutrición Protéica de los Rumiantes**. Zaragoza: Acribia, 1988. 157p.

ØRKSOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agricultural Science**, v. 92, n. 1, p. 499-503, 1979.

OSBOURN, D. F.; TERRY, R. A. *In vitro* technique for the evaluation of ruminant feeds. **Proc. Nutr. Soc.**, London, v.36, n.2, p.219-225, 1977.

PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA 2006-2011 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia. 2. ed. rev. - Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.

RECH, J. **Desempenho agrônômico do cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) em função da época de semeadura e do controle químico da mancha de alternaria**. Dourados, MS: UFGD, 2012. 48f. (Dissertação de mestrado em agronomia).

SCHAFFEL, S. B. Em Busca da Eco-Sócio Eficiência no Caso da Agricultura familiar Voltada para a Produção de Biodiesel no Brasil / Silvia Blajberg Schaffel. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010. XV, 266 p.: il.; 29,7 cm.

SILVA, K. T.; SILVA, D. C.; SANTOS, G. T.; ALCALDE, C. R.; ZAMBOM, M.A.; MODESTO, E. C.; FURTADO, C. E.; Utilização de fezes (equina ou bovina) em substituição ao líquido ruminal como fonte de inóculo para determinação da digestibilidade *in vitro* de alimentos para ruminantes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 25, no. p. 355-361, 2003.

SILVEIRA, M. A. Energia Renovável: Biogás E Biodiesel. 2012. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/100132/Mariane%20Abreu%20Silveira.pdf?sequence=1>>. Acesso em: jun. 2013.

THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos cavalos**. 4ª Ed. São Paulo: Livraria Varela., 2005, p. 295-300;.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Current Contents/Journal of the British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminants**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University, 1994, 476p.

VANZANT, E.S.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C. Standardization of *insitu* techniques for ruminant feedstuff evaluation. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2717-2729, 1998.

WEISS, E.A. **Oilseed crops** (2nd ed.). Blackwell Science, Inc. Malden, MA. p. 259–273. 2000

CAPITULO 1

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E DEGRADABILIDADE *IN SITU* DE TORTAS OLEAGINOSAS PROTEICAS UTILIZADAS PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

Resumo: O objetivo foi realizar a caracterização química bromatológica de tortas de canola (*Brassica napus* L. var *oleífera*), cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), nabo forrageiro (*Raphanus stivus* L. var. *oleiferus* Metzg.) e soja (*Glycine max*) oriundas de prensagem mecânica a frio. As tortas apresentaram valores médios de 44,28%, 40,71% e 38,40% de proteína bruta (PB) para torta de soja, canola e nabo forrageiro, respectivamente, e para o teor de fibra em detergente neutro (FDN) os valores foram: (16,11%); (19,31%); 49,99%) torta de soja, nabo forrageiro e cártamo. O carboidrato não fibroso (CNF) os maiores valores foi para torta de nabo forrageiro (21,05%) e soja (19,51%). Para os micronutrientes a maior porcentagem de ferro foi para torta canola e cártamo 469,65 e 212,80mg kg⁻¹. A média do teor de lipídico foi 18,03%. A torta de soja e nabo forrageiro foram as que tiveram maiores valores de nutrientes digestíveis totais, 86,29% e 82,14%. As proteínas constituem a fração majoritária na torta de soja, cártamo e o nabo forrageiro. Estas tortas podem ser utilizadas como suplemento protéico devido aos valores de proteína obtidos. Avaliou também a degradabilidade ruminal, utilizando a técnica *in situ*, de tortas residuais de canola, cártamo, nabo forrageiro e soja, em três bovinos da raça holandês, com peso médio de 350 kg, fistulados e providos de cânulas ruminais, mantidos em baias individuais. Os alimentos foram incubados em ordem decrescente de 72, 48, 36, 24, 18, 12, 6, 3 horas. A fração “b” da matéria seca (MS) para a torta de canola foi 48,45% e da proteína bruta (PB) de 53,88%, o que proporcionou média degradação ruminal para PB. O nabo forrageiro apresentou alta degradabilidade ruminal para a MS e PB (51,83 e 55,12%). A torta de soja apresentou fração “a” de 43,10 e 27,63%, para a MS e PB, com uma degradabilidade efetiva de 77,77%, enquanto que a torta de cártamo apresentou a menor fração solúvel para MS, já para proteína não foi tão baixa PB (39,18 e 48,49%), causando baixa degradabilidade ruminal para o cártamo. A torta de canola apresentou valores intermediários das frações “a”, “b”, média degradabilidade ruminal, tanto para a MS como para a PB. Os

valores para a fração potencialmente degradável foram semelhantes entre as tortas de Nabo forrageiro e canola e já a fração solúvel observou valores parecidos entre a soja e nabo forrageiro (20,17 e 20,16). Os alimentos avaliados apresentaram bom potencial nutritivo de acordo com as características químico-bromatológicas relatadas e teve média degradabilidade ruminal, exceto a torta de soja que teve maior valor de degradabilidade ruminal.

Palavras chaves: coproduto torta, nabo forrageiro, canola, soja, cártamo

BROMATOLOGICAL CHARACTERIZATION AND *IN SITU* DEGRADABILITY CRUSHED PROTEIN FEEDS IN THE RUMINANTS

Abstract: The objective was to perform characterization of chemical components crushed canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*), safflower (*Carthamus tinctorius* L.), radish (*Raphanus stivus* L. var. *Metzg oleiferus.*) and soybean (*Glycine max*) derived cold mechanical pressing. The crushed showed an average of 36.89%, 44.28% and values, 40.71% and 38.40% crude protein (CP) for soybean crushed, rapeseed and wild radish, respectively, and for soybean crushed and radish content of forage neutral detergent fiber (NDF) was 16.11% and 19.31% and 49.99% for crushed safflower in the grating not fibrous carbohydrate (NFC) was the highest values for crushed wild radish and soybeans with 21.05% and 19.51%. For micronutrients the percentage of iron had the highest value for crushed canola and safflower 469.65 and 212.80 mg / kg respectively. The fat content was 18.03% on average. The soybean crushed and wild radish were those who had higher values of total digestible nutrients, 86.29% and 82.14%, respectively. Proteins constitute the major portion of the crushed soy, safflower and wild radish. These crushed can be used as protein supplement because of protein values obtained. We also evaluated the degradability using the *in situ* technique, crushed residual canola, safflower, radish and soybean in three cattle breed Dutch, with an average weight of 350 kg, fistulated and fitted with ruminal cannulas were kept in individual stalls. The feeds were incubated in a descending order of 72, 48, 36, 24, 18, 12, 6, 3 0 hours. The potentially degradable fraction of dry matter (DM) for canola crushed was 48.45% and crude protein (CP) of 53.88%, which provided average ruminal degradation of CP. The wild radish had high ruminal degradability of DM and CP (51.83 and 55.12%). The soybean crushed presented soluble fractions of 43.10% and 27.63%, for DM and CP effective degradability with a 77.77%, while the crushed safflower had the lowest soluble fraction for MS, as for protein was not as low PB (39.18 and 38.49%), causing low degradability, for safflower. The canola crushed showed intermediate values of fractions "a", "b", average ruminal degradability for both the MS and for the PB. The values for the potentially degradable fraction were similar between crushed and canola forage

turnip and has soluble fraction observed similar values between soy and wild radish (20.17 and 20.16). The foods studied were average degradability, except soybean crushed that showed higher degradability.

Keywords: coproduct crushed, radish, canola, soybean, safflower

Introdução

A deficiência nutricional é a principal causa da baixa produtividade do rebanho brasileiro (FROMAGEOT, 1978; REBELO e TORRES, 1997), deste modo para elevar a produção nacional deve-se considerar a qualidade dos alimentos oferecidos aos animais, tanto o volumoso quanto concentrado, os quais são importantes na cadeia produtiva de leite como na de corte (ROBINSON, 1989).

Com o objetivo de estimular a produção do Biodiesel, em 2005, o Governo Federal Brasileiro lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). A partir do início de 2010 o governo decretou aumento obrigatório de 3% para 5% da mistura do biodiesel ao óleo diesel fóssil comercializado em todo o Brasil, gerando uma demanda de 2,4 bilhões de litros de óleo vegetal (ANP, 2012). Já Suarez & Meneguetti (2007) cita que o mercado do Biodiesel pode chegar a 2 bilhões de litros até 2013.

Hoje, essa produção é estimada em 3 milhões de litros — mais de 80% proveniente da soja, de acordo com a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

Neste contexto, dois tipos de matéria prima são utilizados na fabricação do biocombustível, gordura animal e óleo vegetal, porém as fontes biológicas mais importantes para a indústria são os vegetais (OLIVEIRA et al., 2012), destacando a soja como a mais utilizada na produção do biodiesel (SOUZA et al., 2009; ABDALLA, 2008; RODRIGUES, F. V. & RONDINA, D. 2013) e em expressões menores a colza/canola, girassol (STCP, 2006), algodão, amendoim, canola, crambe, dendê, mamona e pinhão manso (CÂMARA & HEIFFIG, 2006).

A produção de tortas a partir das oleaginosas, correspondente ao biodiesel em 2008 foi estimada em 3.676.566 T (toneladas), e projeções indicam que o Brasil poderá produzir cerca de 8,9 bilhões de T de torta (ABDALLA, 2008).

Deste modo, confirmada as potencialidades nutricionais a partir de análises químico-bromatológicas dos subprodutos advindo da extração do óleo

destas oleaginosas; serem prontamente degradados no rúmen (KRISHNA, 1985) e possuir menor valor agregado (ABDALLA, et al. 2008) seu uso torna importante na cadeia produtiva pecuária. De acordo com Jardim (1976), o conteúdo protéico das tortas é relativamente alto (35%), com variação de 14 a 60%, sugerindo a utilização como fonte de proteína para os animais.

Informações sobre a velocidade da disponibilidade de energia e do nitrogênio de alimentos utilizados na dieta de ruminantes são importantes para propiciar uma mistura que forneça nutrientes aos microrganismos ruminais de acordo com a sua exigência (CABRAL, 2002; LADEIRA et al., 2002)..

Portanto, o conhecimento das frações existentes nestas tortas é essencial para maximizar a eficiência fermentativa microbiana, proporcionando o uso mais eficaz dos nutrientes.

A técnica *in situ* é muito utilizada em pesquisas para avaliar a composição de alimentos em condições tropicais (GOES et al., 2010). Os alimentos mais utilizados como suplemento proteico são os subprodutos oriundos da cultura da soja uma vez que suas características nutricionais são bem reconhecidas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a caracterização químico – bromatológica e a degradabilidade *in situ* de tortas de grãos de canola, cártamo, nabo forrageiro e a soja advindas da extração do óleo por prensa mecânica.

Material e Métodos

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Nutrição animal da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal do Setor de Avaliação de Alimentos para Animais Ruminantes da Fazenda Experimental de Iguatemi e pertencentes à Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Os grãos de canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*), cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), nabo forrageiro (*Raphanus stivus* L. var. *oleiferus* Metzg.) e de

soja (*Glycine max* (L.) Merr) foram produzidos na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da UFGD, no ano agrícola de 2010/2011.

Após a colheita e limpeza dos grãos, foram levados a uma prensa mecânica a frio tipo “expeller”, de aço inoxidável, com capacidade para extração de 150 kg h^{-1} . Logo após a prensagem, 0,5 kg das tortas foi recolhida e moída em crivo de 1 mm para análises bromatológicas; e em crivo de 2 mm para realização da degradabilidade *in situ* (CASALI et al., 2009, VALENTE et al., 2011).

Em relação à composição químico-bromatológica dos alimentos foram determinados as seguintes características: o teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro e detergente ácido (FDN e FDA), extrato etéreo (EE) (SILVA & QUEIROZ, 2002).

Para a determinação do teor de matéria seca, amostras de 2 gramas de cada torta foram pesadas e colocadas para secar dentro de placas de Petri em estufa a $105 \text{ }^\circ\text{C}$ por 16 horas conforme o procedimento descrito por Silva e Queiroz (2002). Após esse período, as amostras foram pesadas novamente e o valor de MS foi determinado pela diferença de peso inicial e final de cada amostra.

Para o teor de cinzas, amostras de dois gramas das tortas, previamente moídas e secas em cadinhos de porcelana em estufa sob $100 \text{ }^\circ\text{C}$, após 24 horas, foram então calcinadas em mufla por 4 horas à temperatura de 600°C (SILVA & QUEIROZ, 2002). Após a redução da temperatura para $150 \text{ }^\circ\text{C}$, as amostras foram retiradas, esfriadas em dessecador e pesadas.

Na quantificação do nitrogênio para se estimar a proteína bruta (PB) foi utilizado o método micro-Kjeldahl, com três etapas: digestão usando ácido sulfúrico (H_2SO_4), para a formação de sulfato de amônio - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; destilação, para separação da amônia em uma solução de H_3BO_3 ; e, por último, titulação: para determinar a quantidade de amônia que ficou na solução receptora.

Para a determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido (FDN e FDA), 0,5 g de amostras de torta seca ao ar (ASA) foram colocadas em sacos de tecido não tecido (TNT) com porosidade de $50 \text{ }\mu\text{m}$. Após, os sacos

foram lavado em sistema extrator a quente com solução de detergente neutro pelo método sequencial. Em seguida, os sacos foram lavados em acetona por 5 minutos para retirada da solução de FDN. As amostras, então, foram colocadas para secar em estufa de ventilação forçada à 55 °C por 30 minutos e em seguida, em estufa sob 105 °C, por 12 horas até peso constante. O teor de FDN nas amostras foi calculado pela diferença de peso das amostras no início e fim da análise. Na sequência, utilizando os resíduos do FDN foi feita a análise de fibra detergente ácido (FDA) conforme metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002).

Para a determinação dos lipídeos, foi utilizado o método a quente, com éter de petróleo no extrator Goldfish. Amostras de dois gramas de torta foram colocadas em cartucho extrator submerso no tubo extrator contendo 70 ml de solução de éter, por duas horas a 60 °C. Logo após este procedimento, o cartucho foi elevado da solução de éter no tubo, de modo que a solução de éter presente nas amostras escorresse e se volatiliza-se para ser recuperado por condensação. E com o mesmo éter foi lavadas por três vezes. Por fim o éter foi recuperado a 90° e por diferença de peso do tubo, estimou o extrato etéreo da amostra em balança analítica

Com os resultados obtidos foi possível determinar o valor de carboidratos totais (CHOT), a partir da equação $CHOT = 100 - (proteína\ bruta - PB\% + extrato\ etéreo - EE\% + matéria\ mineral - MM\%)$ (SNIFFEN et al., 1992). Os carboidratos não fibrosos (CNF) também foram estimados pela fórmula descrita por Sniffen et al. (1992): $CNF = MO - (proteína\ bruta - PB\% + extrato\ etéreo - EE\% + fibra\ em\ detergente\ neutro - FDN)$ ou pela diferença de carboidratos totais e fibra em detergente neutro ($CHOT - FDN$).

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) do concentrado proteico foi estimado baseado na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DMS), com a equação: $\%NDT = 9,6134 + 0,829 \times digestibilidade\ in\ vitro\ da\ matéria\ seca\ (DMS)$ (CAPELLE et al., 2001).

Os minerais (Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn) foram determinados conforme metodologia de Malavolta et al., (1997) e as leituras realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica.

Para a determinação da degradabilidade *in situ* foram utilizados três novilhos mestiços com aproximadamente 24 meses de idade e peso médio de 400 kg, fistulados e providos de cânulas ruminais permanentes, alimentados com silagem de milho como único volumoso (Tabela 1). O fornecimento da silagem aos animais foi feito de forma que as sobras nos cochos, a cada período de 24 horas, fossem de 5 a 10% da matéria seca fornecida nos dois arraçoamentos diários, às 8 e às 17 horas.

Tabela 1. Composição bromatológica da silagem de milho fornecidas aos bovinos.

Alimento	MS	PB	FDN	FDA	EE
Silagem de Milho	29,96	7,95.	50,97	30,12	3,05

Os procedimentos matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) foram descritos por Silva & Queiroz (2002).

Para determinar a degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta das tortas, foram utilizados sacos de TNT com dimensões de 5 x 5cm e providos de poros de 50µm, conforme padronização preconizada por Huntington & Givens, (1995). Amostras de 0,5 g de cada uma das tortas foram colocadas dentro dos sacos, de modo a respeitar as padronizações da porosidade do saco, tamanho da partícula e a quantidade de 10 a 20mg amostra por cm⁻² de área útil nos sacos (NOCEK, 1988).

A seguir, os sacos foram fechados e secos em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 24h. Após esse procedimento, os sacos foram novamente pesados em balança analítica e colocados em bolsa de filó (15x30cm) de acordo com os tempos de incubação. Em cada bolsa de filó, foram colocados três sacos de TNT por alimento mais dois sacos vazios, totalizando 14 sacos de TNT.

Ao todo foram preparadas oito bolsas de filó, as quais foram pré-incubadas em recipiente contendo água por 10 minutos. Após esse período, as bolsas foram introduzidas diretamente no rúmen, em ordem decrescente de

tempo para retirada (72, 48, 36, 24, 18, 12, 6, 3h), segundo o NRC (2001), em triplicata por animal e por tempo de incubação

A seguir, as bolsas foram retiradas todas de uma só vez e foram colocadas em recipiente contendo água fria por 10 minutos para cessar a atividade fermentativa microbiana, e a seguir, as bolsas com os sacos de TNT foram lavadas em água corrente para eliminar o excesso de líquido ruminal. Logo após, os sacos de TNT foram retirados das bolsas e colocados em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas.

Após esse procedimento, os sacos foram pesados para determinar a quantidade de resíduos, estimando-se a degradabilidade da matéria seca durante os períodos de incubação e, então o conteúdo foi moído em micro moinho com partículas de 1 mm e realizadas as determinações bromatológicas de proteína bruta.

O tempo zero corresponde aos alimentos que foram lavados em um recipiente só com água para a determinação da fração solúvel do alimento. Este tempo corresponde à fração “a”

Os dados sobre desaparecimento da matéria seca e proteína bruta (PB) foram calculados de acordo com o modelo descrito por Orskov e McDonald (1979).

A técnica do saco de TNT forneceu valores de percentagem para cada série de desaparecimento nos tempos de incubação, onde a, b e c são constantes particulares para matéria seca e proteína.

De acordo com Orskov & McDonald (1979), a fração “a” pode ser interpretada como fração rapidamente solúvel, “b” que é sujeito à degradação e “c” a constante de velocidade de desaparecimento. As três constantes “a”, “b” e “c” e a taxa de fluxo por hora, pode ser usado para calcular a degradabilidade da proteína eficaz em tempo infinito (P) a partir da relação: $P = a + b \cdot (1 - e^{-ct})$. A fração considerada indegradável (I) foi calculada segundo: $I = (100 - (a+b))$ (Goes, 2008).

Para estimar a degradabilidade efetiva (DE), foi utilizado o modelo matemático: $DE = a + [b \cdot (c/c + K)]$, sugeridos pelo AFRC, (1993), em que K é a taxa de passagem de sólidos pelo rúmen, definida como 2, 5 e 8,0%^{-hora}.

Após o ajuste dos dados com o modelo de Orksov & McDonald (1979), utilizando o valor desaparecimento obtido no tempo zero (a), foi estimado o tempo de colonização (TC) para a MS e PB, segundo adequação proposta por Patiño et al. (2001): $TC = [-\ln(a'-a-b)/c]$, em que os parâmetros a , b , e c foram estimados pelo algoritmo de Gaus Newton.

As curvas de degradação da MS e PB das tortas avaliadas, para cada animal utilizado, foram submetidas ao ajuste pelos respectivos modelos utilizando-se “Regressão Não-Linear” do Software SAEG 9,1 (UFV, 2007), o que permitiu a obtenção dos parâmetros analisados.

Resultados e Discussão

Os dados referentes às composições químico-bromatológicas das tortas estão apresentados na Tabela 1 e 2 respectivamente.

A análise de variância não revelou diferença significativa ($P>0,05$) apenas para o extrato etéreo, possivelmente isso tenha ocorrido pela homogeneização do processo de extração de óleo das tortas. Para as demais características bromatológicas avaliadas houve efeito significativo (Tabela 1).

De modo geral as tortas podem possuir alta quantidade de energia, influenciado pela percentagem de extrato etéreo, no entanto, esses valores na literatura são diferentes para mesmas espécies, pois não há métodos com normas pré-definidas para a extração do óleo por prensa mecânica, variando o seu percentual na MS.

Os valores da concentração de lipídeos nas tortas observado neste trabalho (Tabela 1) foram próximos com as médias habitualmente relatadas na literatura.

De variados centros de pesquisas, os grãos foram processados mecanicamente para extração mecânica do óleo a frio, prensa tipo “Expeller”; no Departamento Planta Piloto de Extração de Óleos Vegetais no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL/Campinas) Brás, et al. (2011) caracterizou a torta de nabo forrageiro para lipídeos com 12,55% e cártamo com 10,31%; Já no D.Z.F. Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Campus de Jaboticabal,

Santos, et al. (2009) encontrou 21,88% para tortas de canola; Brum, et al. (1999) (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves) encontrou 23,66% e 6,99% para torta de canola e soja respectivamente, ficando todos estes valores próximos aos observados (Tabela 1), em base matéria seca.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica das tortas de canola, cártamo, nabo forrageiro e soja (1).

Determinações	Torta					
	Canola	Cártamo	*Nabo f.	Soja	Média	CV
MS	91,50 ^c	92,82 ^b	91,79 ^c	93,96 ^a	92,92	0,44
MO	97,38 ^{ab}	98,10 ^a	95,67 ^c	96,81 ^b	96,99	0,62
PB	40,71 ^{ab}	24,18 ^c	38,40 ^b	44,28 ^a	36,89	6,22
EE	15,97 ^a	15,47 ^a	17,25 ^a	17,10 ^a	16,45	11,44
MM	3,39 ^{bc}	1,75 ^c	3,96 ^a	2,99 ^{ab}	2,77	19,92

Obs: todas as análises são estimadas com base em 100% da matéria seca. CV = coeficiente de variação. *nabo f.=nabo forrageiro. MS =Matéria seca. MO = Matéria orgânica. PB=Proteína bruta. EE = Extrato etéreo. MM = cinzas. Letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey (p<0,05);

As tortas de canola e de nabo forrageiro apresentaram os menores valores para matéria seca (MS) (P<0,05) e Santos, et al. (2009) ao avaliar torta de canola observou valor de 95,48% que foi maior do que apresentado neste trabalho. As tortas ficaram dentro do limite de 11% de umidade para serem armazenadas, conforme Embrapa Algodão (2006). Brooker et al., (1992) sugerem que a umidade máxima para um armazenamento seguro de oleaginosas situa-se entre 6 a 10%.

Todos os resíduos das oleaginosas em estudo são ricos de nutrientes orgânicos nitrogenados (proteína bruta - PB) (Tabela 2), a torta de canola teve valores próximos aos obtidos por Santos et al., (2009) e Scapinello et al., (1996) para grãos e farelo de canola (35,4% e 41,06% de PB, respectivamente) e estes mesmos autores fornecendo estes coprodutos aos animais, observaram que não houve prejuízos nutricionais ou de características quantitativas de carcaça dos ovinos, comprovando a potencialidade nutricional destas tortas na alimentação animal com o seu uso.

E ainda referindo ao teor de PB, Brum et al., (1999) obteve 28,35% de PB para de torta de canola, valor abaixo do que o apresentado neste trabalho e

dos observados na literatura. Mesmo assim, Oliveira & Furtado (2001) e Tomm, (2005) referindo a torta de canola diz ser uma excelente fonte de proteína de 34 a 38%, e constituindo um excelente suplemento protéico na formulação de rações para bovinos, suínos, ovinos e aves.

A espécie canola segundo Bell (1993), é um alimento com elevada concentração de FDN e de FDA em torno de 21,2 e 17,7%. No entanto, o valor de FDN encontrado por Mikuliski et al., (2012) foi maior (30,54% de FDN) que o resultado observado neste trabalho (34,58% de FDN) (Tabela 3). E já Santos et al., (2009), encontrou valor próximo de 35,59% de FDN para a torta de canola.

Tabela 3. Composição químico-bromatológica das tortas de canola, cártamo, nabo forrageiro e soja (2).

Determinações	Torta					
	Canola	Cártamo	*Nabo f.	Soja	Média	CV
FDA	27,13 ^{ab}	31,94 ^a	21,85 ^b	9,73 ^c	18,13	19,40
FDN	34,38 ^b	49,99 ^a	19,31 ^c	16,11 ^c	30,00	7,94
CNF	6,32 ^b	8,59 ^b	21,05 ^a	19,51 ^a	13,87	13,78
CHOT	40,91 ^b	58,58 ^a	40,37 ^b	35,62 ^b	43,87	7,77
NDT	71,25 ^b	62,44 ^c	79,98 ^b	81,81 ^a	76,87	1,84

*%NDT= Nutrientes digestíveis totais = $9,6134+0,829DMS$, Capelle et al. (2001). Obs: todas as análises são estimadas com base em 100% da matéria seca. CV = coeficiente de variação.*nabo f.=nabo forrageiro. FDN=Fibra detergente neutro. FDA = Fibra detergente ácido. CNF = Carboidrato não fibroso. FB = Fibra Bruta. CHOT = Carboidrato total. NDT = Nutrientes digestíveis totais. Letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$);

Assim, pode concluir que para vacas leiteiras a torta de canola pode ter bom potencial nutricional, uma vez que o FDN esta no valor próximo de 34,48%, cujo foi indicado por Jones (1997).

Segundo o autor acima concluiu que em dietas para vacas leiteiras os teores devem oscilar 38% a 42% de FDN e 28% a 32% de FDA. De modo que o FDN da torta de canola apresentou valor de 27,13% para o FDA que esteve próximo ao valor mínimo citado como aceitável para vacas leiteiras.

De acordo com Van Soest (1994) a fibra em detergente neutro (FDN) do alimento esta relacionado com a baixa ingestão da matéria seca de dietas, devido à menor taxa de passagem da fibra para o retículo-rumen do que outros constituintes dietéticos e está relacionada com o espaço ocupado pelo alimento no rúmen que constitui a fração de menor degradabilidade.

Para os ruminantes o limite mínimo do consumo é definido por dieta de quantidade energética mais alta, já o limite máximo, é quando a ração tem a quantidade mínima de nutrientes, desde que sejam suficientes para manter suas reações metabólicas. Neste último caso entra o FDN como fator de enchimento ruminal (MERTENS, 1992) caracterizando as tortas de soja e nabo forrageiro como suplementos que não irão inibir o trânsito da digesta ruminal pelos seus baixos teores.

Dentre os minerais avaliados tabela 4, verificou numericamente os maiores teores para o cálcio, magnésio e o fósforo, nas tortas de canola e de nabo forrageiro, em relação aos observados nas tortas de cártamo e de soja. O Ca é muito importante, já que sua deficiência em vacas além de diminuir a produção leite, também pode levar à tetania (convulsões) (CONRAD et al. 1985; NRC, 1996) mostrando importância destes coprodutos.

As tortas de canola e nabo forrageiro foram as que apresentaram maiores valores de Ca com 4,69 e 4,0 g Kg⁻¹.

Novamente, as tortas de canola e nabo forrageiro se destacaram para este mineral com 22,3 e 27,36g Kg⁻¹, o fósforo total. Importante na nutrição dos ruminantes, pois para novilhas jovens com cria ao pé, é um dos minerais mais susceptíveis à deficiência pela sua alta exigência (MORAIS, 2001). Os teores de fósforo no plasma são rapidamente esgotados com sua deficiência dietética (TCORN, 1991). Os teores considerados normais na dieta são maiores que os 4,5 mg% no corpo do animal. O fósforo tem íntima relação com o cálcio e ambos são responsáveis pela absorção um do outro. Em bovinos de corte é menos crítica o efeito da relação Ca:P sobre a absorção, podendo chegar até 7:1 (WISE et al., 1963), desde que os níveis de fósforo estejam adequados.

O fósforo tem papel central em todas as reações metabólicas do organismo que utilizam a energia das ligações do fosfato. A deficiência de fósforo causa nos animais jovens crescimento lento e apetite diminuído. O nabo forrageiro teve o maior valor de fósforo 27,36g kg⁻¹.

A canola apresentou maiores teores de manganês sendo importante ao metabolismo animal. Este micromineral encontra ligado às membranas das

células (principalmente tecido ósseo e medula óssea) em baixo valor (de 2,0 a 4,0 ppm).

A torta de cártamo teve menor valor de 24,18% para PB entre tortas ($P < 0,05$), sendo também menor aos valores observados por Giayetto et al., (1999) que variaram de 35 a 40% e também por Ferrari et al., (2008) (35% de PB). Ficando próximos aos valores obtidos por Arantes (2011), que teve 22,36% PB para torta de cártamo e cita ser uma ótima fonte nutritiva, pois não apresenta nenhum fator antinutricional. De acordo com Marcondes et al. (2009) tortas de cártamo podem ser utilizadas como fonte de proteína degradável no rúmen (PDR), pois a degradação ruminal da PB da dieta, influencia tanto a fermentação ruminal como o suprimento de aminoácido no intestino delgado.

Conforme a Tabela 3, os maiores valores de FDA foram para torta de cártamo e canola ficando a torta de soja com menor valor de 9,73% ($P < 0,05$). Conforme Tomlinson et al., (1991), teores abaixo de 20% de fibra em detergente ácido (FDA) ou 30% de FDN afetam o consumo de matéria seca em bovinos, por consequência de problemas metabólicos; e teores acima de 25% de FDA ou 40% de FDN começam a limitar o consumo de matéria seca devido ao enchimento do rúmen.

De acordo com Van Soest, (1994) a fibra em detergente neutro (FDN) do alimento esta relacionado com a baixa ingestão da matéria seca de dietas, devido à menor taxa de passagem da fibra para o retículo-rumen do que outros constituintes dietéticos. A fibra em detergente neutro está relacionada com o espaço ocupado pelo alimento no rúmen que constitui a fração de menor degradabilidade.

Para a torta de canola e cártamo tiveram valores menores de 6,32 e 8,59% ($P > 0,05$) de carboidratos não fibrosos, o que representou alimentos com qualidades nutricionais inferiores aos outros.

E segundo OLIVEIRA, M. Dal S. de et al. (2007) ao avaliar a inclusão da torta de girassol na dieta, para substituição de farelo de soja, constataram que houve elevação da porcentagem de FDA diminuindo a digestibilidade da matéria seca. Podendo ocorrer este fato, com a utilização da torta de cártamo, uma vez que os valores 29,32 e 31,94% de FDA da torta de girassol e cártamo

estão próximos. Quanto ao teor de matéria mineral e FDN, o cártamo apresentou valores de 1,75% e 49,99%, respectivamente. Isso pode aumentar a parte indegradável desta torta. E ao comparar a degradabilidade potencial (DP) das tortas entre si, foi o que apresentou menor valor com 61,68% (Tabela 5). Apresentando digestibilidade *in vitro* próxima à obtida por Arantes (2011) de 61%, atribuindo potencial desta torta na utilização para substituir outros farelos ou tortas em dietas de ruminantes.

Tabela 4. Composição mineral das tortas de canola, cártamo, nabo forrageiro e soja.

	Tortas			
	Canola	Cártamo	N. Forrageiro	Soja
Macronutrientes				
Cálcio (g kg ⁻¹)	4,69	1,68	4,00	2,50
Magnésio (g kg ⁻¹)	3,25	2,88	3,46	2,63
Potássio (g kg ⁻¹)	0,79	0,78	1,08	1,85
Fósforo (g kg ⁻¹)	22,3	19,83	27,36	18,85
Micronutrientes				
Cobre (mg kg ⁻¹)	4,47	18,67	6,71	8,53
Manganês (mg kg ⁻¹)	35,9	18,35	21,30	20,72
Ferro (mg kg ⁻¹)	469,65	212,80	195,39	167,55
Zinco (mg kg ⁻¹)	24,98	41,69	39,79	31,18

Resultados corrigidos na MS a 105°C. **Dados descritivos.**

A torta de cártamo foi a que apresentou maior percentagem de Cobre com 18,67mg kg⁻¹ e, para o zinco os maiores teores foram obtidos nas tortas de cártamo, nabo forrageiro e de soja (Tabela 4) que de modo geral o cobre, é um importante catalisador de várias enzimas (aldose, fosfatase, catalase) e relacionado em manter os níveis de vitamina A no organismo, o problema mais

visível com sua deficiência esta na diminuição de da % de fertilidade (ANDRIGUETTO et al., 2002).

E de acordo com maior concentração de carboidrato não fibroso (CNF), o nabo forrageiro pode ser potencialmente melhor utilizado pela flora ruminal, podendo ter alta degradabilidade da sua matéria seca (Tabela 3).

Estudos realizados para avaliarem a PB na torta de nabo forrageiro por Mello et al., (2008) observaram um valor de 36,2%, próximo do valor obtido neste trabalho (38,40%). Esta espécie, além de apresentar alta proporção de PB, ainda pode possuir baixo preço de aquisição. Outra boa característica é que o valor de carboidrato não fibroso não diferiu ao observado para torta de soja (19,51 e 21,85% CNF, respectivamente) ($P>0,05$),

Comparando os resultados, o nabo forrageiro foi a torta com valores mais próximos às características da torta de soja (alimento controle), onde, das 10 características bromatológicas avaliadas, 5 foram iguais ($P>0,05$), mostrando ser um alimento com boas chances de ser utilizado, como os ingredientes a base de soja; necessitando de maiores investigações científicas com o seu uso.

No entanto, ao avaliar consumo de tratamento com tortas, os resultados médios da ingestão de matéria seca (% PV) com nabo forrageiro levaram a menores consumos e variação negativa de peso de ovinos (Brás, et al. 2011).

Ao caracterizar a torta nabo forrageiro Brás, et al. (2011) encontrou valores de 41,95% PB, 12,55% EE, 17,33% FDA e CNF 21,87% valores estes, mais próximos aos obtidos neste trabalho.

Observou-se menor umidade da torta de soja em relação às demais espécies. Conforme a Tabelas 2, verifica-se que as tortas apresentaram altos valores de matéria seca (MS), com maior valor para torta de soja ($P<0,05$), no entanto, ficou abaixo do valor encontrado por Brum et al., (1999) que foi de 95,06%. Provavelmente estas variações são decorrentes ao resfriamento das tortas no ambiente, após a prensagem havendo influencia da umidade. Por outro lado, as tortas de nabo forrageiro e canola apresentaram os menores valores.

Também para a proteína bruta a torta de soja apresentou o maior valor de 44,28% ($P<0,05$) conforme Tabela 2, próximo aos valores encontrados por

Mizubuti et al., (2011) de 40,28% e por Goes et al. (2010) com 46,77%, no entanto, abaixo dos valores obtidos por Goes et al. (2008), de 53,58%.

Todos os valores de PB destas tortas são altos e às classificam como alimentos proteicos para alimentação animal (ABDALLA et al., 2008).

Houve diferença dos valores de carboidratos totais (CHOT) das tortas, no entanto, o maior valor foi para torta de cártamo com 58,58% e os menores para as restantes ($P < 0,05$) (Tabela 3) com média de 38,96% não tendo diferença estatística .

As tortas de soja e nabo forrageiro tiveram os maiores coeficientes de degradabilidade potencial na digestibilidade da MS devido seus baixos valores de FDN e altos valores de CNF com média de 20,28% ($P < 0,05$) (Tabela 3).

A importância dos CHOT se consolida por serem os principais constituintes da dieta dos ruminantes e de acordo com Teixeira & Santos (2001) se ficam entre 60 a 70% da energia líquida na produção de leite.

Verificou que para os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), a torta de soja teve maior valor ($P < 0,05$), na tabela 2 constatou que a classificação do (NDT) foi parecido com a classificação apresentado para a PB (Tabela 3).

Os teores de ferro para a torta de soja foi de $167,55 \text{ mg kg}^{-1}$ sendo menor em relação ao observado em Rural Sementes (2009), de 142 mg kg^{-1} de ferro no farelo de soja e na torta de nabo forrageiro, menor que o encontrado por Rieger et al. (2008), com concentração de ferro de $92,6 \text{ mg kg}^{-1}$ valor bem abaixo ao encontra do no presente estudo $167,55 \text{ mg kg}^{-1}$ (Tabela 4).

Na Tabela 5 estão apresentados os coeficientes da degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e dos parâmetros cinéticos.

O conhecimento da caracterização química bromatologica das tortas é importante, mas também são necessárias informações relativas às proporções das frações dos alimentos, assim como suas velocidades de digestão, a fim de sincronizar a disponibilidade de N do rúmen e energia (LADEIRA et al., 2002), elevar a eficiência dos microrganismos, digestão dos nutrientes e evitar elevadas perdas ocasionadas pela fermentação.

Deste modo com a degradabilidade *in situ* podemos estimar a possível degradação dos seus componentes no ambiente ruminal.

A torta de canola tem (teve valor semelhante ao observado do nabo forrageiro). De acordo com o processo de prensagem da torta após a moagem pode causar compactação que facilita partículas menores, logo a solubilização (BERAN et al., 2005).

A degradabilidade efetiva da MS à $5\%h^{-1}$ da torta de canola com valor de fibra em detergente ácido de 22,37% apresentou alto valor 66,99%, ao contrário da torta de cártamo, que apresentou 46,30% (Tabela 5). Esta disparidade pode ser entendida a partir da concentração de fibra em detergente neutro ser maior para a torta de cártamo de 49,99%.

Tabela 5. Valores médios estimados da fração solúvel em água (a), solúvel potencialmente digestível no rúmen de bovinos (b) e da taxa de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável no rúmen (c), da matéria seca e proteína bruta das tortas de canola, cártamo, nabo forrageiro e de soja e a degradabilidade efetiva da degradação *in situ* da matéria seca e proteína das amostras em função das percentagens de taxa de passagem.

	Parâmetros								
	Matéria seca			I(%)	DE*(% h ⁻¹) MS				r ²
	a (%)	b (%)	c(%h ⁻¹)		DE2%	DE5%	DE8%	DP	
T. Canola	48,45	32,25	6,76	19,3	73,34	66,99	63,22	80,45	0,88
T. C.	39,18	50,01	0,83	16,9	53,85	46,30	43,88	61,68	0,72
T. N. F.	51,83	39,16	3,35	9,01	76,36	67,55	63,39	87,49	0,88
T. Soja	43,10	53,12	3,76	3,78	77,77	65,90	60,08	92,67	0,97
	Proteína bruta				DE*(% h ⁻¹) PB				r ²
	a (%)	b (%)	c(%h ⁻¹)	I(%)	DE2%	DE5%	DE8%	DP	
	T. Canola	53,88	29,80	11,49	16,32	79,26	74,64	71,45	83,67
T. C.	48,49	33,53	6,1	17,98	73,74	66,92	63,00	81,61	0,84
T. N. F.	55,12	24,85	4,61	20,06	72,45	67,04	64,20	79,07	0,57
T. Soja	27,63	54,67	7,33	17,70	70,59	60,14	53,77	82,03	0,90

DE* degradabilidade efetiva. r²= coeficiente de determinação. I = fração indegradável. T. Canola = Torta de Canola; T. Cártamo = Torta de Cártamo; T. N. F= Torta de Nabo forrageiro; T. Soja = Torta de Soja. T.C = Torta de cártamo.

Os valores da MS encontrados na degradabilidade efetiva (Tabela 5) para as taxas de passagem de $8\%h^{-1}$ dos três alimentos, torta de canola, nabo forrageiro e soja ficaram parecidos numericamente, a não ser a torta de

cártamo que teve menor valor 43,88%. Os maiores valores para degradabilidade efetiva da MS à $8\%h^{-1}$ foram 63,22%, 63,39% e 60,08% respectivamente.

Os valores da fração potencialmente degradável (a+b) da MS para torta de canola foi de 80,45% (Tabela 5), próximo ao valor obtido por Santos (2009) ao avaliar a inclusão de 8% de diferentes fontes de canola (grão, farelo e torta) encontrou para ração um coeficiente de digestibilidade de 66,43%, com torta de canola.

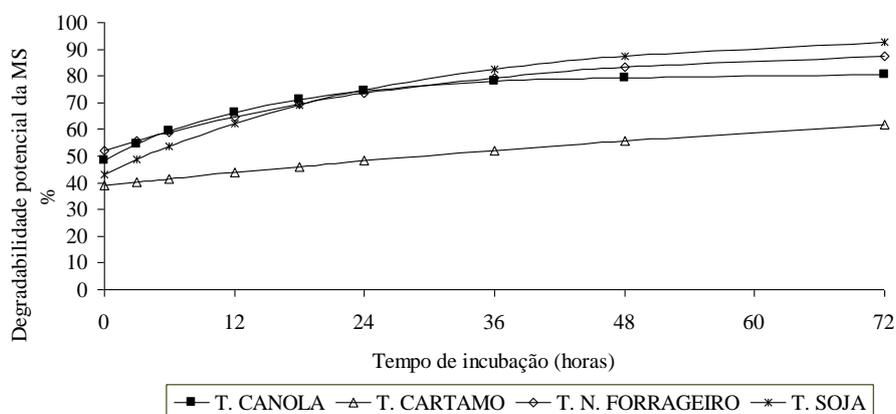


Figura 1 - Degradabilidade da matéria seca (MS) de diferentes tortas em função do período de incubação no rúmen de novilhos.

Ainda referindo a fração “a” os valores oscilaram de 39,18 a 51,83%, à torta de cartamo e nabo forrageiro, respectivamente; ficando todas com média de 45,70% (tabela 5).

A torta da cartamo apresentou para à taxa passagem de $2\%h^{-1}$, o menor valor (Tabela 5) com 53,85%. Pesquisas desenvolvidas por Mello et al., (2008) observaram um valor para degradabilidade potencial para tortas de nabo de 93,80%, que está próximo ao valor encontrado neste trabalho (Tabela 5, Figura 1 e 2).

Em relação aos parâmetros cinéticos a fração “a”, que representa parte mais solúvel do alimento, importante para fermentação dos microrganismos no ambiente ruminal por ter rápida liberação de energia ao ser ingerido na

degradação da matéria seca (MS), nota-se que esta fração, da torta de nabo de forrageiro teve elevada porcentagem de hidrólise de 51,83%, sendo este valor semelhante ao encontrado por Mello et al., (2008) de 56,80% (Tabela 5, Figura 1 e 2).

Os valores de degradação da fração potencialmente (DP) da MS e PB para a da torta de nabo forrageiro apresentou 87,49% e 79,07% quase igual ao comportamento da torta soja com 92,67% e 82,03%. Mostrando ser alimento de alto potencial nutricional para uso aos ruminantes (Tabela 5) e talvez passíveis de serem utilizados necessitando de posteriores pesquisas.

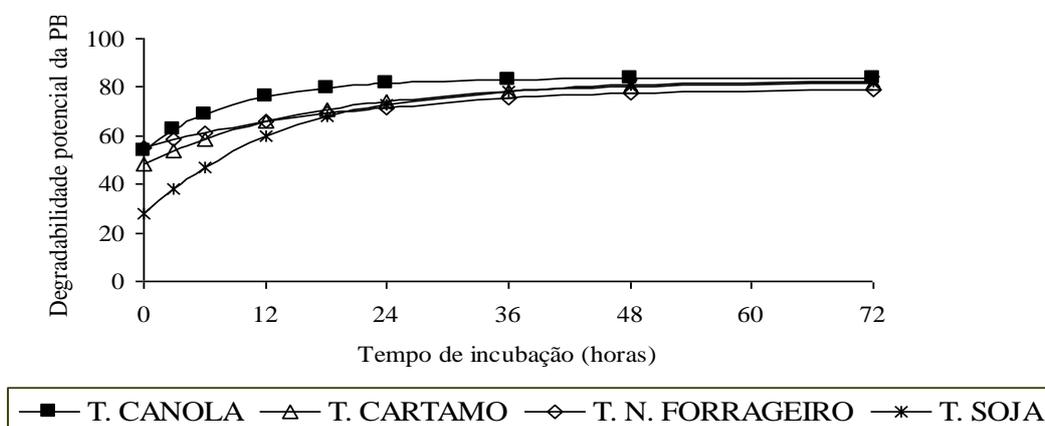


Figura 2 - Degradabilidade Potencial (DP) da Proteína bruta; dos alimentos avaliados, em função do tempo de permanência no rúmen (h).

A amostra de nabo forrageiro apresentou degradabilidade efetiva à taxa de passagem de $2\% h^{-1}$ da MS e PB de 76,36% e 72,45% respectivamente (Tabela 5, Figura 1 e 2). De fato o resultado encontrado para a degradação potencial foi de 87,49% consideravelmente próximo que o relatado por Fortaleza (2009), de 82,36%.

Como a fração “b” representa a parte que é potencialmente degradável e, portanto digerida observou que as tortas de nabo forrageiro e soja apresentaram os maiores valores da fração “a” e “b” (Tabela 5, Figura 1 e 2). Esses resultados mostram o potencial destas tortas em disponibilizar seus nutrientes.

Assim, a alta degradabilidade da MS e PB da torta da soja e do nabo forrageiro indica que eles podem ser utilizados como suplementos de fonte proteicas e energética aos microrganismos no rúmen.

A torta de soja teve 43,10% de fração “a” (Tabela 5), acima do observado por Goes et al., (2008a, 2010b) (de 33,64% e 23,15% respectivamente). A estimativa da fração solúvel das tortas pelo método *in situ* pode ter sido influenciada pelo teor de extrato etéreo que confere ao alimento maior ou menor solubilidade em função da sua concentração, devido ser mais solúvel.

Deste modo que Beran (2013) trabalhando com alimentos de alto e baixo teor de extrato etéreo observou que a fração “a” foi influenciada utilizando grãos integrais de girassol teve 56,40% e girassol parcialmente desengordurado 32,47% para fração solúvel “a”. O mesmo comportamento pode ter sido encontrado para tortas de soja utilizada por Goes et al., (2008a, 2010b), uma vez que possa a torta ter menor teor de extrato etéreo.

Avaliando a fração potencialmente degradável, fração “b”, o alimento que melhor se destacou foi a torta de soja por sua elevada taxa de degradação com 53,12% e a torta de canola apresentou em termos numéricos, a menor estimativa de 32,25% (Tabela 5, Figura 1 e 2); quanto ao somatório da fração (a+b) ou degradação potencial, a torta de soja teve 92,67% próximo ao obtido por Goes et al., (2010) que foi de 93,48% (Tabela 5).

A taxa de degradação “c” da fração “b” apresentou menor amplitude de variação. Sendo essa taxa para MS da torta canola com o maior valor de 6,76%, ao contrário da fração degradável “b” que teve o menor valor 32,25%. E como era de esperar aqueles alimentos de maiores frações “b” também tiveram maiores degradabilidade potencial como a torta de soja.

A fração “a” da proteína da torta de soja teve aproximadamente metade do valo de PB da torta de canola e nabo forrageiro. Cabral (2002a; 2003b) pesquisando capim elefante e silagem de milho também teve valores parecidos e elucida que seja parte desta fração, composta de nitrogênios não proteicos (NNP) (Tabela 5, Figura 1 e 2).

Observou que a degradabilidade efetiva da MS e PB da torta de soja e do nabo forrageiro foram elevadas (Tabela 5), com degradabilidade efetiva em

uma taxa de passagem de 2% de 77,77%/70,59% e 76,36%/72,45%, respectivamente. Estes valores foram superiores ao valor médio de degradabilidade efetiva da MS e PB do farelo da soja de 82,70% e 75,90% respectivamente, observado por Oliveira et al., (2003).

Tabela 6. Tempo de colonização (h) para matéria seca e proteína bruta dos alimentos avaliados (*lag time*).

Alimentos	Tempo de colonização - TC (h)	
	Matéria Seca	Proteína Bruta
Torta de Canola	6,17	5,56
Torta de Cártamo	8,70	3,51
Torta de Nabo Forrageiro	7,06	6,29
Torta de Soja	7,25	6,61

O tempo de colonização (*lag time*) é um parâmetro importante e está relacionado com a degradação da fração fibrosa (MERTENS & LOFTEN, 1980). O maior tempo de colonização foi requerido para a torta de soja 7,25h, confirmando também por Mizubuti I. Y., (2011) que observou (*lag time*) da soja esteve próximo $7,01h^{-1}$.

Contudo, a torta de soja apresentou a maior fração "b" e a maior taxa "c", indicando ser uma fonte não tão potencialmente degradável no rúmen, mas sob lenta taxa de degradação.

Conclusões

As tortas de canola, cártamo, nabo forrageiro e soja possuem teores que os classificam como concentrado protéico.

A torta de nabo forrageiro apresentou maior semelhança nutricional à torta de soja.

Referências bibliográficas

ABDALLA AL, SILVA FILHO JC, GODOI AR, CARMO CA, EDUARDO JLP. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. R Bras de Zootec 2008; Suppl 37:260-268.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A. de.; FILHO, A. B. Nutrição animal, vol1 bases de fundamentos da nutrição animal. (2002b). 240p

ARANTES, A. M. **Cártamo (*Carthamus tinctorium* L.) produção de biomassa, grãos, óleo e avaliação nutritiva da silagem.** Alcides Meneghelli Arantes. Dissertação. Nova Odessa - SP, 2011. 34 p.: il.

BELL, J. M. Factors affectrngthe nutritional value of canola meal: A review. Can. J. Anim. Sci. 73: 679-697 (Dec. 1993

BERAN, F.H.B. et al. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 405-418, jul/set, 2005.

BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. Drying and storage of grains and oilseeds.

BRUM, P. A. R. DE, LIMA, G. J. M. M. DE, ZANOTTO, D. L. KLEIN. Composição Nutritiva De Ingredientes Para Rações De Aves. **CT / 241 / Embrapa Suínos e Aves**, Dezembro/1999. Disponível em: <<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/comtec/cot241.pdf> Acesso em: out. 2013.

CABRAL, L.S. **Avaliação de alimentos para ruminantes por intermédio de métodos in vivo e in vitro.** 2002. 137p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PEREIRA, O.G.; NUNES, P.M.M.; VELOSO, R.G.; PEREIRA, E.S. Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1250-1258, 2003.

CÂMARA, G. M. S., HEIFFIG, L. S. - Agronegócio de Plantas Oleaginosas: Matérias-Primas para Biodiesel. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Dep. De Produção Vegetal, Piracicaba, São Paulo, 2006.

CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R. Estimativas de valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.06, 1837-1856, 2001.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.130-138, 2009.

CHANG, S.K.C. Protein analysis. In: NIELSEN, S.S. **Food analysis**. 2.ed. Gaithersburg: Aspen, 1998. p.237-269.

CONRAD, J.H.; McDowell, L.R.; Ellis, G.L.; et al., Mineral para ruminantes em pastejo em regiões tropicais. Gainesville: **Department of Animal Science**, University of Florida, 1985. 90 p.

EMBRAPA ALGODÃO. Cultivo do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar. Sistemas de Produção, 1 - 2a. edição
ISSN 1678-8710 Versão Eletrônica
Set/2006. Disponível em:
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar_2ed/subproduto.html> Acessado em: set. 2013.

FERRARI, R.A.; POSSENTI, R.A.; PAULINO, V.T. Potencial de produção de co-produtos da indústria de oleaginosas. Uso de Subprodutos da Indústria Bioenergética para Produção Animal, 2008. Nova Odessa-SP . **Anais...** Instituto de Zootecnia, Anais CD-ROOM 98 p, 2008.

FORTALEZA, A. P. DE S.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A.; BARBERO, R. P.; JÚNIOR, F. L. M.; SANTOS, A. X.; CASTRO, V. S.; CASTRO, F. A. B. Degradabilidade ruminal *In Situ* dos componentes nutritivos de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 481-496, abr./jun. 2009

FROMAGEOT, D. Abord zootechnique de l'infertilité chez les bovins laitiers. Les facteurs alimentaires. **Recueil de Médecine Vétérinaire**, Paris, v. 154, n. 3, p. 207-213, 1978.

GOES, R. H. T. B.; TRAMONTINI, R. C.; ALMEIDA, G. D.; CARDIM, S. T.; RIBEIRO, J.; OLIVEIRA, L. A.; MOROTTI, F.; BRABES, K. C. S.; OLIVEIRA, E. R. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de diferentes subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação de bovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 715-725, 2008.

GOES, R.; SOUZA, K.; PATUSSI, R.; CORNELIO, T.; OLIVEIRA, E.; BRABES, K. Degradabilidade *in situ* dos grãos de crame, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 271-277, 2010.

GIAYETTO, O. et al. Comportamiento de cultivares de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en la region de Rio Cuarto, Cordoba (Argentina). **Revista Investigación Agraria – Producción y Protección Vegetales**, v. 14, n. 1-2, p. 203-215, 1999.

HUNTINGTON, J. A.; GIVENS, D. I. The in situ technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. **Nutrition Abstracts Review**, (serie B) v. 65, p. 64-93, 1995.

JARDIM, W.R. Alimentos e alimentação do gado bovino. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 338p.

JONES, G. Ingestão de matéria seca e produção de leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 3., Belo Horizonte, 1997. **Anais...** Belo Horizonte: F MVZ/USP, 1997. p. 6-9.

KRISHNA, G. Nylon bag dry matter digestibility in agro- industrial by- products and wastes of the topics. **Agricultural Wastes**, v.13, p.155- 158, 1985.

LADEIRA, M.M.; et al. Avaliação do feno de *Arachis pintoi* utilizando o ensaio de digestibilidade *in Vivo*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2350-2356, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MARCONDES, M.I. et al. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2247-2267, 2009.

MELLO, D.F.; FRANZOLIN, R.; FERNANDES, L.B. ; FRANCO, V.M.; ALVES, T.C. Avaliação do resíduo de nabo forrageiro extraído do produção de biodiesel como suplemento para bovinos de corte em pastagens. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 1, p. 45-46. 2008.

MERTENS, D. R.; LOFTEN, J. R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 63, n. 9, p. 1437-1446, 1980.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ-ESAL, 1992. p. 188.

MIKULSKI, D.; JANKOWSKI, J.; ZDUNCZYK, Z.; JUSKIEWICZ, J.; SLOMINSKI, B. A.; The effect of different dietary levels of rapeseed meal on growth performance, carcass traits, and meat quality in turkeys. 2012 **Poultry Science** 91 :215–223. doi: 10.3382/ps.2011-01587

MIZUBUTI, I. Y.; AZAMBUJA RIBEIRO, E. L.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P., FRANCO, A. L. C.; SYPERRECK, M. A.; ...& MUNIZ, E. B. (2011). Cinética de fermentação ruminal *in vitro* de alguns co-produtos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Semina: Ciências Agrárias**, 32, 2021-2021.

MORAIS, S. S. Principais deficiências minerais em bovinos de corte. CT / 112 / **Embrapa Gado de Corte**, Dezembro/2001, Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc112/031capmg.html>>. Acesso em: jan. 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition. (Washington, DC, USA). **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed., Washington: National Academy Press, 1996.242p.

NOCEK, J.E.; RUSSELL, J. B. Protein and energy as a integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 71, n. 8, p. 2070-2107, Aug. 1988.

NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.

OLIVEIRA, K.; FURTADO, C. E., Digestibilidade Aparente de Dietas com Diferentes Níveis de Farelo de Canola para Cavalos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 30, p. 181-186, 2001.

OLIVEIRA, M.V. M.; VARGAS JUNIOR, F. M.; SANCHEZ, L. M. B.; PARIS, W.; FRIZZO, A.; HAYGERT, I. P.; MONTAGNER, D.; WEBER, A.; CERDÓT, L. Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal de alimentos por intermédio da técnica in situ associada à do saco de náilon móvel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.2023-2031, 2003. (Supl.2).

OLIVEIRA, M. D. S.; MOTA, D. A.; BARBOSA, J. C.; STEIN, M.; BORGONOV, F. Composição Bromatológica E Digestibilidade Ruminal *In Vitro* De Concentrados Contendo Diferentes Níveis De Torta De Girassol. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 629-638, out./dez. 2007

OLIVEIRA, R. L.; LEÃO, A. G.; RIBEIRO, O. L.; BORJA, M. S.; PINHEIRO, A. A.; OLIVEIRA, R. L.; SANTANA, M. C. A. Biodiesel industry by-products used for ruminant feed. *Revista Colombiana de Ciências Pecuárias*, Vol. 25, No. 4 2012.

ØRSKOV, E.R.; McDONALD, J. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **J. Agric. Sci.**, Cambridge, v. 92, p. 499-503, 1979.

PATINÕ, H.O.; LANGWINSKI, D.; SILVEIRA, A.L.F.; SILVA, N. L.Q. Avaliação de métodos de ajuste da curva de degradação ruminal da FDN em forragens.

REBELLO, C.A.; TORRES, C.A.A. Efeito da nutrição sobre o desempenho ponderal e a fertilidade de vacas mestiças leiteiras no pós-parto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 10, p.1097-1103, 1997.

RIEGER, C.; OLIVEIA, C. R. V. de.; LOVATTO, P. A.; ARARAUJO, P.; J. S. É. C. T. M.; SILVA, M. A. da (2008). Características químicas e valores energéticos de farelos de soja do oeste e sudoeste do Paraná. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.38, n.1, p.266-269, jan-fev, 2008. ISSN 0103-8478.

ROBINSON, P.H. Dynamic aspects of feeding management for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.1197, 1989.

RODRIGUES, F. V. & RONDINA, D. Alternativas De Uso De Subprodutos Da Cadeia Do Biodiesel Na Alimentação De Ruminantes: Glicerina Bruta. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, n.2, p.91-99, 2013. ISSN 1981-5484

SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A.; TAVARES FILHO, J.J.; SANTOS, M.V.F.; ARRUDA, G.P. A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização. Recife:IPA

(Documentos IPA, 25), 1997p. 23p.

SANTOS, V. C.; EZEQUIEL, J. M. B.; OLIVEIRA, P. S. N.; GALATI, R. L.; BARBOSA, J. C. Consumo e digestibilidade em ovinos alimentados com grãos e subprodutos da canola - **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.10, n.1, p.96-105, jan/mar, 2009m ISSN 1519 9940. Disponível em: <<http://www.rbspa.ufba.br>> Acesso em: mar. 2013.

SCAPINELLO, C.; FURLAN, A. C.; MOREIRA, I.; MURAKAMI, A. E. Valor nutritivo do farelo de canola e da semente de canola para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.6, p.1115-1123, 1996.

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

SILVA, K. M. C.; LIMA, F. R. B.; SILVA, R. C. O.; SILVA, C. G. M. Soja (Glycine Max): Benefícios A Saúde Humana Com Melhor Qualidade De Vida. Aceso em: ago 2013. Disponível em: <http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0273-1.pdf>.

SNIFFEN, C.J.; PEREZ, V. D.; A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, A. D. V.; FAVARO, S. P.; ÍTAVO, L. C. V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de inhao- manso, nabo- forrageiro e crambe. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.44, n.10, p.1328-1335, out. 2009

STCP - Engenharia de Projetos Ltda.. 2006. CARACTERIZAÇÃO DAS OLEAGINOSAS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL. 2006. Acesso em: jul. 2013, Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/arquivos/item_5.pdf> Acesso em: mar. 2013.

SUAREZ, P. A. Z. & MENEGHETTI, S. M. P. 70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil. *Química Nova*, v. 30, n. 8, 2007.

TCORN. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. **Nutrition Abstract and Review**, Farnham Royal, v. 61, ser. B, p. 573- 612, 1991.

TEIXEIRA, J.C.; SANTOS, R.A. Manejo da alimentação de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO, NUTRIÇÃO E SANIDADE DO GADO LEITEIRO, 8., 2001, São Carlos-SP. **Anais...** São Carlos: SP, CBNA, 2001. 302 p.

TOMLINSON, D.J.; JAMES, R.E.; MCGILLIARD, M.L. Effect of varying levels of neutral detergent fiber and total digestible nutrients on intake and growth of holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 2, p. 537-545, 1991.

TOMM, G. O. (2005), Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e em países vizinhos. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento online* 26

Embrapa Trigo. Disponível em:
<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp26.htm> Acesso em: out. 2013.

UFV - Universidade Federal de Viçosa. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 9,1. Viçosa: UFV, 2007. (Manual do usuário).

VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. In situ estimation of indigestible compounds contents in cattle feed and feces using bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.666-675, 2011.

VAN SOEST, P. J. **Nutricional ecology of the ruminant**. 2. ed. Cornell, Editora, 1994. 976p.

WISE, M. B.; ORDOVEZA, A. L.; BARRICK, E. R. Influence of variation in dietary calcium ration on performance and blood constituents of calves. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v 79, p. 79, Febr. 1963.

CAPITULO 2

INÓCULOS ALTERNATIVOS PARA A DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DE TORTAS RESIDUAIS DE OLEAGINOSAS

Resumo: O objetivo do experimento foi avaliar a digestibilidade *in vitro* de coprodutos (torta) oriundos de prensagem mecânica de grãos de canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*), cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), nabo forrageiro (*Raphanus stivus* L. var. *oleiferus* Metzg.) e de soja (*Glycine max*), sendo desenvolvido nas dependências do laboratório de nutrição animal (LANA) da Universidade Federal da Grande Dourados; com a finalidade de avaliar a eficiência de diferentes diluições (1:1;1:3;1:4;1:5 - tampão/fezes) de inóculos alternativos ao líquido ruminal, para a determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) pela metodologia do fermentador ruminal (Thecnal). O delineamento experimental foi feito inteiramente casualizado (DIC), com os tratamentos arranjados em fatorial (4X4), correspondendo a quatro inóculos (líquido ruminal, fezes de bovino, fezes de equino e fezes de coelho) e quatro diluições. Para a torta de canola a maior DIVMS ($P<0,05$) foi obtida na diluição 1:3 para o líquido ruminal, fezes de coelho e de Bovino, atingindo 70,96%, 82,28% e 64,89%, de DIVMS respectivamente. O cártamo teve maior DIVMS com inóculo fezes de bovino na diluição 1:3 e 1:5 ($P<0,05$), alcançando 54,06% e 65,53% respectivamente. Para a torta de soja os valores da DIVMS não diferiu quando utilizou fezes de bovino ou líquido ruminal com 80,38% e 79,96% ($P<0,05$) de DIVMS respectivamente na diluição 1:3. Concluiu que as fontes de fezes utilizadas como inóculo alternativo ao líquido ruminal possuem potencial para serem utilizados na técnica de digestibilidade *in vitro*.

Palavras-chave: inóculo alternativo, coproduto, DIVMS, matéria seca

Alternative seeding For Determination Of In Vitro Digestibility pies Residual Oilseed

Summary: The objective of the experiment was to evaluate the *in vitro* digestibility of coproducts (crushed) arising from mechanical pressing grain canola (*Brassica napus* L. var. *Oleifera*), safflower (*Carthamus tinctorius* L.), radish (*Raphanus stivus* L. var. *oleiferus* Metzg.) and soybean (*Glycine max*), being developed on the premises of the laboratory animal nutrition (LANA) of the Universidade Federal da Grande Dourados, in order to evaluate the efficiency of different dilutions (1:1, 1:3, 1:4, 1:5 - Cap Trucker / feces) alternative inoculum to rumen fluid to determine the *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) by the methodology of rumen fermenter (DAISYII / ANKOM). The experiment was done completely randomized (CRD), with treatments arranged in a factorial (4x4), corresponding to four inocula (rumen, cattle feces, horse feces and rabbit feces) and four different dilutions (1:1; 1:3, 1:4 and 1:5). For canola meal IVDMD the highest ($P < 0.05$) was obtained at a dilution 1:3 for both the ruminal fluid as feces Bovine and rabbit to reach 70.96%, 82.28% and 64.89% IVDMD respectively. The safflower had greater IVDMD with bovine feces inoculum dilution in third and 1:5 ($P < 0.05$), reaching 54.06% and 65.53% respectively. For soybean cake values of IVDMD was similar when used in cattle feces dilution 100/300 or rumen fluid with 80.38% and 79.96% ($P < 0.05$) IVDMD respectively. It was concluded that the sources of fecal inoculum used as an alternative to the ruminal fluid has potential to be used in the technique of *in vitro*.

Keywords: alternative inoculum, coproduct, IVDMD, dry mater

Introdução

A avaliação da digestibilidade de alimentos *in vitro* é feita de acordo com a técnica de McLeord & Minson (1969), El Shaer et al., (1978) e vários outros, mas dentre estas, a técnica de dois estágios de Tilley & Terry (1963) é a mais utilizada, através da qual os alimentos são incubados sob condições anaeróbicas em jarros contendo líquido ruminal obtido por meio de coletas manuais em animais fistulados.

No entanto, alguns autores desenvolveram outra metodologia baseada na utilização de fezes, como fontes de inóculos alternativos ao líquido ruminal e apresentou alta correlação entre a digestibilidade *in vitro* e “in vivo” ($r^2=0,98$) El Shaer et al., 1987. Essa técnica de digestibilidade *in vitro* utilizando fezes simula os processos que ocorrem ao longo do trato gastrintestinal do animal e baseia na idéia de que os microrganismos fecais atuem do mesmo modo que os presentes no líquido ruminal no processo de fermentação da celulose e hemicelulose no intestino grosso de ruminantes (VAN SOEST, 1994).

Informações da literatura mostram que algumas espécies como *Equus caballus*, possuem sistema gastrointestinal com o ceco bem desenvolvido, exercendo dessa maneira, elevada atividade fermentativa das frações alimentares não digeridas anteriormente como a celulose e a hemicelulose (THOMASSIAN, 2005).

No entanto, outras espécies além dos equinos, também apresentam essa característica uma que possui um ceco funcional, como cita Gidenne (1996), as características da espécie canícula (*Oryctolagus cuniculus*) possui um ceco relativamente grande, representado aproximadamente 40% do trato gastrointestinal e é composto por bactérias, gram-negativas, não-esporuladas, com concentração em torno de $3,9 \times 10^{11}$ UFC/g de conteúdo cecal (FERREIRA, 1996) logo, esta espécie pode ter um potencial como espécie doadora de fonte de inóculo para a técnica da digestibilidade *in vitro*.

Deste modo ao avaliarem a digestibilidade da matéria seca de concentrado energético e proteico, Cardoso et al., (2010) não obtiveram resultados diferentes para DIVMS entre uso de líquido ruminal ($P>0,05$)

comparando com fezes de coelho, na diluição 1:3 de fezes, os valores digestibilidade foram de 94,96 e 77,01% para o grão de milho respectivamente, mostrando seu potencial como inóculo para DIVMS.

Em relação às fezes de bovino e equino alguns trabalhos têm mostrado a sua potencialidade na digestibilidade de alimentos em diluições diferentes. Silva et al., (2003) avaliaram fezes de bovinos e equinos, com diluição 1:2, obtiveram baixa digestibilidade da matéria seca de casca de soja, feno “coast cross”, feno de alfafa e feno de tifton quando comparados ao líquido ruminal.

Já Akter & Hossian (1998) observaram que o uso de fezes de bovino na digestibilidade em relação ao líquido ruminal foi eficiente e quando os comparou ao uso de líquido ruminal, a correlação entre esses dois inóculos foi elevada ($r^2= 0,98$), isso mostra o potencial de utilização destas fontes alternativas de inóculos.

No entanto, a não padronização desta técnica induz a realização de pesquisas com estes inóculos com o intuito de melhor prever os resultados de DIVMS com mais confiabilidade ou íntima correlação com o uso do líquido ruminal. Logo é indispensável informações sobre o efeito da variação da diluição (soluçãoMcDougall/fezes) para digestibilidade *in vitro* de alimentos utilizando fezes como inóculo.

Desta maneira, trabalhos devem ser realizados sobre a definição da relação de solução tampão e fezes (soluçãoMcDougall/fezes), como técnicas alternativas à habitual, que na qual utiliza líquido ruminal na digestibilidade *in vitro* para encontrar outros tipos de inóculos, fornecer resultados com alta correlação entre o emprego de inóculos de fezes bovinas e equinas (Silva et al., 2003).

Desta maneira, trabalhos devem ser realizados para definir uma metodologia de uso destes inóculos alternativos e que apresentem alta correlação para a DIVMS dos alimentos comparado ao líquido ruminal.

Tendo em vista a importância do uso de inóculos alternativos na avaliação da digestibilidade dos alimentos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a DIVMS *in vitro* de tortas de canola, cártamo, nabo forrageiro e soja utilizando diferentes inóculos fecais em diferentes diluições.

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado no setor de Nutrição de Ruminantes e nas dependências do laboratório de Nutrição Animal, da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados/MS.

Onde avaliou quatro fontes de inóculo: líquido de rúmen (LR) obtido via fistula ruminal e fezes bovinos (FB) de três novilhos holandês com peso corporal (PC) médio de 400 kg, fistulados, providos de cânulas ruminais permanentes, mantidos em curral de área 5m de comprimento por 2m de largura, a céu aberto alimentados com silagem de milho (Tabela 7), também fezes de três equinos que ficavam em baias individuais cobertas e, posteriormente levados a piquetes com *tifton* no período da manhã para alimentação e fezes de coelho de espécie Nova Zelândia com PV de 3,0 kg aproximadamente, que ficavam presos em gaiolas metálicas.

Tabela 7. Composição químico-bromatológica da silagem de milho fornecidas aos bovinos.

MS	PB	FDN	FDA	EE	MM
71,59	4,94	52,31	24,38	1,79	5,24

Para saber a eficiência dos inóculos, utilizou tortas oriundas da extração mecânica a frio dos grãos de uma prensa mecânica tipo “expeller” em aço inoxidável, modelo MPE – 40 das espécies de canola (*Brassica napus* L. var oleífera), cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), nabo forrageiro (*Raphanus stivus* L. var. *oleiferus* Metzg.) e de soja (*Glycine Max*).

Os alimentos foram triturados em moinho do tipo faca tipo Willey com peneira com crivos de 2 mm (CASALI et al., 2008) e pesados em balança analítica em quadruplicata contendo 0,5g de ASA (concentrado proteico)/saquinhos de nylon (NOCEK et al. 1988).

A dieta dos bovinos foi ajustada conforme seu peso e realizadas duas vezes ao dia, no período da manhã e tarde, alimentados com silagem de milho

(2% do peso vivo), juntamente com 2,0 kg de grãos usados para fazer as tortas, basicamente uma mistura homogeneia de grãos de canola, cártamo, nabo forrageiro e soja. Os coelhos recebiam apenas ração comercial com 16% de proteína bruta; 3% de extrato etéreo; 17% de matéria fibrosa; 24% de fibra em detergente ácido; 1,5% de cálcio; 13% matéria mineral; 0,5% fósforo; 10% umidade Silva e Queiroz (2002).

As análises bromatológicas foram feitas para obtenção dos teores da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), Extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) dos alimentos, conforme metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002) (Tabela 8).

TABELA 8. Composição químico-bromatológica das tortas de oleaginosas pós colheita, utilizadas no experimento de digestibilidade *in vitro*.

TORTAS OLEGINOSAS	MS	PB	FDN	FDA	MM
Torta canola	91,50	40,71	34,38	27,13	3,39
Torta cártamo	92,82	24,18	49,99	31,94	1,75
T. Nabo forrageiro	91,79	38,40	19,31	21,85	3,96
Torta soja	93,96	44,28	16,11	9,73	2,99

Obs: todas as análises são estimadas coma base em 100% da matéria seca. MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDA: fibra em detergente ácido; FDN: fibra em detergente neutro, MM = matéria mineral; T. = torta.

Após um período de adaptação de 15 dias iniciou as coleta de todos os inóculos. As fezes bovinas e equinas foram coletadas diretamente no reto dos animais no início da manhã entre 7 e 8 horas da manhã e colocadas em sacos plásticos, lacrados com CO² devidamente identificados e adicionou-os em caixa térmica à temperatura de 39°C com o uso de garrafas de água quente levando-as ao laboratório.

Para coletar as fezes dos coelhos utilizou placas metálicas abaixo da gaiola, onde os coelhos ficavam presos, sendo colocadas 12 horas antes da coleta. O líquido de rúmen foi colhido via fístula ruminal, respeitando a proporção de 50% entre material da fase sólida e líquida. Foram retirados 2 L de líquido ruminal, colocados em garrafas térmicas e adicionado CO² para

encaminhá-las ao laboratório, lembrando que a coleta foi realizada antes da refeição matinal dos animais.

Depois de coletadas todas as amostras, foram diluídos a uma proporção de 1:1 e 1:3 (200mL/200g, tampão/fezes, 100mL/300g,) (ALCADE et al., 2001; CARDOSO et al., 2010) e na relação de 1:4 e 1:5 (100mL/400g, tampão/inóculo, 100mL/500g). Para ser utilizado 400mL de cada um como inóculo com 1200 mL de solução tampão McDougall (1948) totalizando no jarro 1600mL.

Os preparos dos inóculos foram feitos de acordo com a técnica descrita por Tilley e Terry (1963), modificado conforme Santos et al. (1997).

Para determinação da digestibilidade *in vitro* foi utilizada a metodologia do fermentador ruminal Tecnal® (TE-150) descrita segundo Holden (1999). Foi utilizados saquinhos de 5,0 x 5,0cm em uma relação de (100 g de amostra/m² de área de saco conforme Casali et al., (2008) e Valente et al., (2011).

Foi feita a solução saliva artificial, tampão proposta por McDougall (1948), composta por: 9,80g NaHCO₃; 7g Na₂HPO₄ 7H₂O; 0,57g KCl; 0,47g NaCl; 0,12g MgSO₄·7H₂O; 0,04g CaCl₂; g/L. Foi necessário também fazer a solução-padrão glicose e uréia a 5,0% misturada em água destilada, que foi estocada em geladeira até o hora da incubação. Estas duas soluções antes de serem adicionadas aos jarros de fermentação, foram elevadas à temperatura de 39°C.

Para usar os inóculos homogeneizou-os em liquidificador pré-aquecido a 39°C, sempre adicionando CO², antes de se colocá-los nos jarros de fermentação (ALCALDE et al., (2001) todos foram filtrados utilizando gases tripla até proporcionar uma quantidade de 400mL de LR, FB, FE, FC de cada diluição e serem diluídos em 1200mL de solução tampão McDougall (1948) à 39°C. Junto a este passo realizado anteriormente, foram colocados os 5 saquinhos por tratamento totalizando 20 saquinhos e 2 brancos, lembrando que a solução final foi de 1600ml/jarro com pH de 6,9 (MOULD et al., 2005), fechando com tampa dotada de válvula de escape para gases por um período de 48 horas de incubação no fermentador TE-150® - Tecnal.

Após o primeiro estágio, foram adicionandos 40 mL de HCl a 6N e 8 g de pepsina (1:10.000) em cada jarro, mantendo a 39°C com adição de CO² e ficando por mais 24 horas. A pepsina foi previamente dissolvida em 34 mL de

H₂O destilada a 35 °C, durante 5 minutos em agitador e, em seguida foi controlado o valor do pH para a faixa de 2,0 a 3,5.

No término deste período, os jarros foram drenados e os sacos lavados no próprio jarro fermentador por 3 a 4 vezes com água corrente, com pouca pressão das mãos sobre os mesmos para retirar gás contido nos sacos ocasionado pela fermentação dos inóculos. Estes sacos foram então, secos a 55°C em estufa de ventilação forçada por 72 horas para a da digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Após serem retirados da estufa, os sacos com os resíduos foram colocados em dessecador até atingirem a temperatura ambiente. Em seguida, pesados em balança analítica de precisão de para realizar a pesagem e determinar a matéria seca (MS).

A degradabilidade ruminal *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi obtida a partir da fórmula: $DIVMS (\%) = 100 - [(P3 - (P1 \times P4)) \times 100 / P2]$, onde: P1 = peso da tara do saco; P2 = peso da amostra; P3 = Peso final do saco depois de 48 horas de fermentação e P4 = Correção do saco em branco.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Estas análises de regressão foram realizadas a partir das médias encontradas na técnica de digestibilidade *in vitro* com diferentes inóculos e diferentes níveis de concentração utilizando um modelo linear.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições por tratamento. As análises de variância foram realizadas através do uso do pacote estatístico SAEG 9.1 (UFV, 2007) sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e para os níveis de diluição foi utilizado análise de regressão.

Resultados e Discussão

Digestibilidade da matéria seca da torta de canola.

Houve efeito isolado e interação dos inóculos e dos níveis de diluição sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da torta de canola (Apêndice 1).

Os dados indicam que todos os inóculos fecais foram capazes de degradar a torta de canola. Na diluição 1:3 do líquido ruminal e das fezes de bovino foi identificada alta digestibilidade da torta de canola, no entanto a maior digestibilidade foi observada quando se fez uso das fezes de coelho ($P < 0,05$) e o valor foi maior comparado ao líquido ruminal e às fezes de bovinos (13,75% e 21,05%, respectivamente) utilizando a mesma diluição (Tabela 9).

Pesquisadores ao utilizarem farelo de canola também observaram que fezes de bovinos como fonte de inóculo na diluição 1:3 foram eficientes para digestibilidade *in vitro* da matéria seca (ALCALDE et al., 2001). Esses mesmos autores concluíram que a mudança do inóculo ruminal para fezes de bovinos diminuiu a digestibilidade em 8,22%, próximo ao que ocorreu neste trabalho em que 25,21% ($P < 0,05$) perfazendo a maior digestibilidade utilizando o líquido ruminal entre estes dois inóculos.

O aumento da concentração de fezes de coelho não influenciou a DIVMS da torta de canola. Esse resultado também foi observado por Alcalde et al., (2001) ao utilizarem inóculo de fezes de bovino na digestibilidade de farelo de canola.

Na diluição 1:4 foi observado que não houve diferenças significativas entre as fontes de inoculos estudadas, resultando em valor médio de DIVMS de 62,62%. Machado (1999) utilizando fezes bovinas analisou a capacidade dos microrganismos em digerir milho moído nas diluições de 200g/200mL (1:1) e 100ml/300g (1:3) (fezes/tampão) e obteve valores maiores de 95,71%, 90,01% para DIVMS respectivamente.

Para a torta de canola a DIVMS foi de 53,18%, 64,89% para as mesmas diluições (1:1) e (1:3) com fezes de bovinos. Possivelmente este menor resultado de DIVMS é decorrente da maior porcentagem de FDN na torta de canola quando comparada ao milho que pode apresentar valores em torno de 7,35% e 11,15% (ALCALDE, et al., 1999; MABJEESH et al., 2000).

Por outro lado os maiores valores de DIVMS para as fezes de equino foram observados na diluição 1:5 ($P < 0,05$) (Tabela 09). Nas diluições 1:1 e 1:3 as fezes de coelho proporcionaram a maior digestibilidade diferindo das demais fontes de inoculos ($P < 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 9. Efeito da interação da diluição e do inóculo sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS -%) da torta de canola. Dourados – MS, UFGD, 2013.

Diluição/Inoculo	Líquido Ruminal	Fezes de Bovino	Fezes de Equino	Fezes de Coelho
1:1	57,07Cb	53,18Bb	55,47Bb	67,00Ba
1:3	70,96Ab	64,89Ac	51,88Cd	82,28Aa
1:4	63,34Ba	64,73Aa	59,06Ba	63,33Ba
1:5	52,75Cc	60,04Ab	72,07Aa	62,78Bb

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

A concentração de microorganismos nos inoculos, ou sua combinação com teor da solução Tampão pode estar diretamente correlacionada com o aumento da digestibilidade das tortas, assim como a composição do ambiente experimental representado pelos jarros, pode influenciar a eficiência dos microorganismos em realizar a digestão da parede celular.

As equações de regressão e os coeficientes de determinação dos diferentes inoculos estão na Tabela 10 para o ajuste linear dos dados.

Tabela 10. Equações de regressão ajustadas para diferentes inóculos em função dos diferentes diluições para a torta de canola.

	Equação	R ²	Valor – P
Líquido ruminal	$Y = 35,18 + 28,53x - 6,11x^2$	0,89	<0,001
Fezes bovino	$Y = 35,08 + 22,55x - 4,102x^2$	0,63	<0,001
Fezes equino	$Y = 95,18 - 35,37x^2$	0,39	<0,001
Fezes canícula	$Y = 56,96 + 16,62x - 3,95x^2$	0,26	<0,001

De acordo com os dados, o líquido ruminal na técnica de digestibilidade *in vitro* da matéria seca da DIVMS apresentou o maior coeficiente de determinação ($r^2=0,89$) mostrando bom ajuste dos dados para digestibilidade *in vitro* de torta de canola. Em virtude desse resultado, o modelo matemático utilizado para a determinação dos valores são mais comparados quando comparados aos outros inóculos.

As fezes de coelho e de equino apresentaram baixos valores de determinação ($r^2=0,26$ e $r^2=0,39$) (Tabela 10). Esses valores significam que de acordo com o modelo matemático utilizado, as fezes de coelho e de equino não explicam 74 e 61% respectivamente, a digestibilidade *in vitro* alcançada com estes inoculos. Assim, 74% e 61% da variância da regressão dependem de outras variáveis, não estudadas.

E de acordo com Malafaia (1997), os métodos *in vitro* podem resultar em falhas, principalmente no manuseio e manutenção dos jarros para gerar um resultado seguro e confiável ou eficiente.

Digestibilidade da matéria seca da torta de cártamo

Avaliando os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da torta de cártamo em função de diferentes diluições de diferentes inoculos, observou-se que houve interação significativa desses fatores sobre a DIVMS ($P<0,05$) (Apêndice 02), as médias e as equações de regressão estão apresentados nas Tabelas 11 e 12, respectivamente.

A DIVMS da torta de cártamo apresentou comportamento quadrático quando se utilizou líquido ruminal e fezes de equino, de maneira que os maiores valores foram observados na diluição (1:3) ($P<0,05$) (Tabela 11).

Arantes et al. (2011) observaram que a DIVMS de silagem de cártamo em líquido ruminal resultou em valor de 56,14% de digestibilidade, próximo ao encontrado neste trabalho.

Tabela 11. Efeito da interação da diluição e do inóculo sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS -%) da torta de cártamo. Dourados – MS, UFGD, 2013.

Diluição/Inóculo	Líquido Ruminal	Fezes de Bovino	Fezes de Eqüino	Fezes de Coelho
1:1	40,41Bb	50,95Ba	34,32Bc	32,57Ac
1:3	54,06Aa	49,57Ba	42,75Ab	34,37Ac
1:4	44,75Bb	54,51Ba	39,08Bb	33,88Ab
1:5	43,02Bb	65,53Aa	27,39Cd	34,34Ac

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

O maior valor de DIVMS da torta de cártamo (65,53%) foi obtido com o inóculo de fezes de bovinos (Tabela 11) na diluição de (1:5) ($P < 0,05$), sendo este valor superior ao obtido por Cardoso et al., (2010) (50,68%) para torta de girassol utilizando o mesmo inóculo na diluição (1:3). Este resultado pode ser decorrente da maior concentração de microrganismos na diluição de (1:5), além das características bromatológicas da torta de cártamo.

No entanto, ao se comparar todos os inóculos, a maior digestibilidade ($P < 0,05$) da torta de cártamo foi obtida utilizando-se o inóculo fecal bovino que não diferiu do líquido ruminal apenas na diluição (1:3) (Tabela 11).

As fezes de coelho resultaram nos menores valores de DIVMS da torta de cártamo quando comparada aos demais inóculos (Tabela 11). Além disso, as diferentes diluições de fezes de coelho não resultaram em diferença significativa ($P > 0,05$) na DIVMS da torta de cártamo, que apresentou valor médio de 33,79% (Tabela 11).

Em relação aos coeficientes de determinação dos diferentes inóculos (Tabela 12), pode-se observar que o líquido ruminal apresentou o maior coeficiente de determinação ($r^2 = 0,56$) mostrando médio ajuste dos dados para digestibilidade *in vitro*, assim não se faz tão confiável a determinação pelo

modelo matemático encontrado para os valores que constituem os pares analisados.

Tabela 12. Equações de regressão ajustadas para diferentes inóculos em função dos diferentes diluições para a torta de cártamo.

	Equação	R ²	Valor – P
Líquido ruminal	$Y=26,71+19,06x-3,84x^2$	0,56	<0,001
Fezes bovino	$Y=42,96+4,86x$	0,34	<0,001
Fezes bovino	$Y=58,47-10,63x+3,10x^2$	0,46	<0,001
Fezes canícula	$Y=33,79$		*ns

*ns= não significativo.

Os menores valores de determinação ($r^2=0,46$ e $r^2=0,21$) das fezes de bovino e equino, respectivamente, pode dizer que 54% e 79% da variância da regressão não depende das variáveis estudadas e é possível sugerir que estes modelos tem relativa deficiência em explicar os valores observados. Já o modelo para fezes de coelho apresentou comportamento linear não sendo significativa a diferença entre as médias (Tabela 12).

Digestibilidade da matéria seca da torta de nabo forrageiro

As médias e as equações de regressão ajustada para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da torta de nabo forrageiro em função do nível de concentração estão apresentadas na Tabela 13 e 14.

No Apêndice 3, está apresentado o resultado da análise de variância dos dados para torta de nabo forrageiro. Observou que houve significância da DIVMS da torta de nabo forrageiro e interação entre os inóculos e suas diluições.

De modo geral, o inoculo fecal de bovino resultou nos maiores valores DIVMS da torta de nabo forrageiro ($P<0,05$), quando comparado aos demais inóculos, com exceção da diluição 1:3 cujo resultado foi estaticamente menor

que o obtido para o líquido ruminal ($P < 0,05$) (Tabela 13). Possivelmente, esses resultados sejam devido à característica bromatológica do nabo forrageiro e a quantidade de microorganismos presentes nas fezes bovinas e no líquido ruminal.

As fezes de bovino, também foram eficientes em promover a degradabilidade das tortas de cártamo (Tabela 10), porém, para a torta de nabo forrageiro, os valores de DIVMS foram maiores (média de 80,26%), enquanto que para a torta de cártamo, foi obtido valor médio de 55,14% ao se utilizar fezes bovinas. Possivelmente este resultado de baixa DIVMS da torta de cártamo se deve pelo alto teor de fibra em detergente de neutro (49,99%).

Já para as fezes de equinos os valores mais altos da DIVMS da torta de nabo forrageiro foram obtidos nas diluições de 1:1 e 1:5 ($P < 0,05$) (Tabela 13).

Analisando as diluições de cada inoculo, pode-se observar que DIVMS da torta de nabo forrageiro apresentou comportamento quadrático quando se utilizou fezes. De modo geral, o uso de fezes como fonte de inoculo reduziu a DIVMS quando se fez uso da diluição de 1:1 para 1:3 (Tabela 13).

Para diluição (1:1) nas fezes de coelho, bovino e equino não apresentaram diferença entre os inóculos (Tabela 13) ($P > 0,05$) ficando o líquido ruminal com menor valor ($P < 0,05$), porém (numericamente) a partir da diluição 1:3 houve crescimento linear para DIVMS da torta de nabo forrageiro para as duas primeira fezes citada anteriormente, ocorrendo uma correlação positiva com o aumento da concentração de inóculo.

A diluição do inóculo de líquido ruminal e as fezes de coelho influenciou de forma inversa a digestibilidade da torta de nabo forrageiro a partir da diluição 1:3 ($P < 0,05$), onde aumentando a concentração para 1:4 de inóculo líquido ruminal diminuiu a DIVMS da torta de nabo forrageiro, já as fezes de coelho, ocorreu o processo inverso (Tabela 13).

Tabela 13. Efeito da interação da diluição e do inóculo sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS -%) da torta de nabo forrageiro. Dourados – MS, UFGD, 2013.

Diluição/Inóculo	Líquido Ruminal	Fezes de Bovino	Fezes de Equino	Fezes de Coelho
1:1	66,07Bb	81,32Aa	76,10Aa	78,09Aa
1:3	83,05Aa	78,55Ab	71,00Bc	47,15Cd
1:4	68,12Bb	78,23Aa	66,04Cb	63,81Bb
1:5	63,15Bc	83,44Aa	78,43Ab	65,81Bc

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Em relação ao líquido ruminal, a DIVMS também apresentou comportamento linear em função das diluições, entretanto, diferentemente do que foi observado para as outras fezes, a diluição 1:3 foi a que resultou no valor máximo de DIVMS para torta de cártamo (Tabela 13).

De acordo com a análise de regressão, a técnica de degradabilidade em fezes de bovino resultou em maior coeficiente de determinação ($r^2=0,61$), havendo médio ajuste dos dados para digestibilidade *in vitro*, e dessa forma, proporcionando maior confiabilidade dos dados (Tabela 14).

Tabela 14. Equações de regressão ajustadas para diferentes inóculos em função dos diferentes diluições para a torta de nabo forrageiro.

	Equação	R ²	Valor – P
Líquido ruminal	$Y=48,57 + 25,07x - 5,48x^2$	0,53	<0,001
Fezes bovino	$Y=88,84 - 9,366x + 1,99x^2$	0,61	<0,001
Fezes equino	$Y=94,25 - 21,66x + 4,374x^2$	0,19	<0,001
Fezes cunicula	$Y=10,99 - 43,20x + 8,223x^2$	0,42	<0,001

Alimento: torta de nabo forrageiro

Já para as fezes de equino e coelho foram obtidos os menores valores de coeficiente de determinação ($r^2=0,19$ e $r^2=0,42$). Desta maneira, 81% e 58%, da

variância da regressão, respectivamente, não depende das variáveis estudadas (Tabela 14).

Por outro lado, a DIVMS em líquido ruminal apresentou valor de determinação ($r^2=0,53$) menor ao observado para o uso das fezes de bovino.

Digestibilidade da matéria seca da torta de soja

No Apêndice 4, é apresentado o resultado da análise de variância dos dados obtidos. Observa-se que houve efeito do inoculo sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da torta de soja, de maneira que os maiores valores de DIVMS ($P<0,05$) foram obtidos quando se fez uso do líquido ruminal (Tabela 15).

Tabela 15. Efeito do inóculo na digestibilidade da matéria seca torta de soja. Dourados – MS, UFGD, 2013.

Inóculo	Digestibilidade
Líquido ruminal	79,96a
Fezes de boi	73,11b
Fezes de equino	67,47bc
Fezes de coelho	66,05c

*Médias seguidas na coluna de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os maiores valores de DIVMS da torta de soja na presença de líquido ruminal foram observados nas diluições de 1:3, 1:4 e 1:5 ($P>0,05$) (Tabela 16).

Para as fezes de bovino, os maiores valores foram obtidos nas diluições de 1:1 e 1:3 e para as fezes de equino, o menor valor foi obtido na diluição (1:4) e para as fezes de coelho na diluição de (1:3) ($P<0,05$) (Tabela 16).

De acordo com a Tabela 16, nas diluições de 1:1 e 1:5 não houve efeito ($P>0,05$) diferenças significativas entre os inoculos sobre a DIVMS para torta de soja, apresentando médias de 74,01% e 73,23%, respectivamente. Esses resultados permitem sugerir a eficiência dos inoculos em fermentar o substrato em estudo.

Comportamento semelhante foi observado por Alcalde, et al. (2001) que ao utilizarem fezes de bovinos e líquido ruminal, obtiveram média da DIVMS de 78,31% e 95,21% ($P>0,05$) para farelo de trigo e milho moído, na diluição de (1:1).

Esta eficiência na digestibilidade *in vitro*, também foi observado no trabalho de Silva et al. (2003) sendo a diluição de 200g/400mL (fezes/tampão) a que resultou em 70,13% de DIVMS de casca do grão de soja, a qual apresenta alta percentagem de FDN de 68,60%. De acordo com Quicke *et al.* (1959), a casca do grão de soja é um coproduto de alto valor nutricional, e mesmo ao apresentar altos teores de FDN e FDA é de alta digestibilidade, podendo chegar quase ao total desaparecimento da matéria seca em 90% dos mamíferos capazes de hidrolisar a pectina e a digestibilidade é realizada pela ação microbiana (MAYNARD et al. 1984).

Avaliando a DIVMS (DAISY^{II}) do farelo de soja, Mabeesh et al. (2000), obtiveram valores de 76,3%, próximo ao observado no trabalho.

Tabela 16. Efeito da interação da diluição e do inóculo sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS - %) da torta de soja. Dourados – MS, UFGD, 2013.

Diluição/Inóculo	Líquido Ruminal	Fezes de Bovino	Fezes de Equino	Fezes de Coelho
1:1	72,56Ba	77,78Aa	70,44Aa	75,23Aa
1:3	87,93Aab	76,67Aab	75,83Ab	45,83Bc
1:4	81,63Aab	71,71ABab	48,95Bc	67,95Ab
1:5	77,73Aa	66,30Ba	74,21Aa	75,21Aa

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

De acordo com os dados, a DIVMS em líquido ruminal apresentou o maior coeficiente de determinação ($r^2=0,74$), o que permite sugerir o adequado ajuste dos dados para digestibilidade *in vitro*, e maior confiabilidade na determinação

do modelo matemático encontrado para os valores que constituem os pares analisados (Tabela 17).

Tabela 17. Equações de regressão ajustadas para diferentes inóculos em função dos diferentes diluições para a torta de soja.

	Equação	R ²	Valor – P
Líquido ruminal	$Y=53,56 + 25,01x - 4,818x^2$	0,74	<0,001
Fezes bovino	$Y=82,96 - 3,939x$	0,24	<0,001
Fezes equino	$Y=67,43$		*ns
Fezes canícula	$Y=10,63-43,62x+9,16x^2$	0,46	<0,001

*ns= não significativo

Já as fezes de bovino e canícula apresentaram valores não tão próximos de determinação ($r^2=0,24$ e $r^2=0,46$) assim, pode dizer que 76% e 54% da variância da regressão não dependem das variáveis estudadas e nos mostra que estes modelos tem relativa deficiência em explicar os valores observados.

Já o modelo para líquido ruminal não apresentou valor de determinação alto como deveria com $r^2=0,53$. O modelo para fezes de equino apresentou comportamento linear não sendo significativa a diferença entre as médias.

Conclusões

Os inóculos de fezes avaliados mostraram potencial de uso para digestibilidade in vitro da matéria seca das tortas de oleaginosas.

O inóculo líquido ruminal na diluição 1:3 apresentou maior valor de digestibilidade da matéria seca em todas as tortas.

Referências Bibliográficas

- AKTER, S.; HOSSAIN, M. M. Cow faeces in “*in vitro*” digestibility assays of forages. **Asain-Australian Journal of Animal Science**, Suweon, v.11, n.1, p51-54, 1998.
- ARANTES, A. M. **Cártamo (*Carthamus tinctorium* L.) produção de biomassa, grãos, óleo e avaliação nutritiva da silagem**. Alcides Meneghelli Arantes. Dissertação. Nova Odessa - SP, 2011. 34 p.: il.
- ALCALDE, C.R.; MACHADO, R.M.; SANTOS, G.T.; PICOLLI, R.; JOBIM, C.C. DIG estabilidade *invitro* de alimentos com inóculos de líquido de rúmen ou de fezes de bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.04, p. 917-921, 2001.
- CARDOSO, T. J. L.; GOES, R. H. T. B.; GRESSLER, M. G. M.; BRABES, K. C. S.; GABRIEL, A. M. A.; SILVA, L. H. X.; CAMILO, F. R. Fezes de diferentes espécies como inoculo para a determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca de alimentos para ruminantes. **PUBVET**, Londrina, v.4, n. 39, ed. 144, Art. 968, 2010.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. Influencia do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidas por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.2, p. 335-342, 2008.
- EI SHAER, H.M.; OMED, H.M.; CAMBERLAIN, A. Use of faecal organism from sheep for the *in vitro* determination of digestibility. **J. Agric. Sci. Cambridge**, 109(2):257-259, 1987.
- FERREIRA, W. M.; FRAGA, M. J.; CARABAÑO, R. Inclusion of grape pomace in bstitution for alfafa hay in diets for growing rabbits. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.63, p.167-174, 1996.
- GIDENNE, T. Nutritional and ontogenic factors affecting rabbit caeco-colic digestive physiology. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 6.1996, Toulouse. **Proceedings...** Toulouse: World Rabbid Science Association, 1996. p.13-28.
- HOLDEN, L. A. Comparison of methods of *in vitro* matter digestibility for ten feeds. **J. Dairy Sci.**, Savoy, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.
- MABJEESH, S.J. *In vitro* methods for measuring the dry matter digestibility of ruminant feedstuffs: Comparison of methods and inoculum source. **J. Dairy Sci.**, Savoy, v. 83, p. 2289-2294, 2000.
- MACHADO, R. M. **Digestibilidade *in vitro* de alimentos com inóculo de líquido de rúmen ou fezes de bovinos. 1999**. Monografia (Trabalho de Graduação) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1999.
- MALAFIA, 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) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- MAYNARD, L. A. *et al. Nutrição animal*. Rio de Janeiro, 1984.p.88-120.

- McDOUGALL, E. I. Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. **Biochemistry Journal**, v.43, p.99, 1948.
- McLEOD, M. N. and MINSON, D. J. 1969. The use of *In vitro* technique in the determination of the digestibility of grass/legume mixtures. **Journal of the British Grassland Society** 21:296-298.
- MOULD, F. L., KLIEM, K. E., MORGAN, R., MAURICIO, R. M. *In vitro* microbial inoculum: a review of its function and properties. **Animal Feed Science and Technology** 123-124: 31-50, 2005.
- NOCEK, J.E.; RUSSELL, J. B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 71, n. 8, p. 2070-2107, Aug. 1988.
- QUICKE, G. V. *et al.* Digestibility of soybean hulls and flakes and the *in vitro* digestibility of the cellulose in various milling by-products. **J. Dairy Sci.**, Savoy, v.42, p.185-193, 1959.
- SANTOS, G.T., ASSIS, M.A., PETIT, H.V. Chemical composition and *In situ* degradability of leucaena (*Leucaena leucocephala*) and desmodium (*Desmodium ovalifolium*) submitted at two conservation forms. **Journal Dairy Science**, v.80, Suppl. 1, p.221. 1997.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**, 3.ed. Viçosa: UFV, 2002
- SILVA, K. T.; SILVA, D. C.; SANTOS, G. T.; ALACALDE, C. R.; ZAMBOM, M. A.; MODESTO, E. C.; FURTADO, C. E. Utilização de fezes (equina ou bovina) em substituição ao líquido ruminal como fonte de inóculo para determinação da digestibilidade *in vitro* de alimentos para ruminantes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 25, no. 2, p. 355-361, 2003.
- THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos cavalos**. 4ª Ed. São Paulo: Livraria Varela., 2005, p. 295-300;.
- TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Current Contents/Journal of the British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.
- UFV-Universidade Federal de Viçosa. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 9,1. Viçosa: UFV, 2007. (Manual do usuário).
- VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. *et al.* *In situ* estimation of indigestible compounds contents in cattle feed and feces using bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.666-675, 2011.
- VAN SOEST, P. J. **Nutricional ecology of the ruminant**. 2. ed. Cornell, Editora, 1994. 976p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....

Os alimentos a base de resíduos agro-industriais por ser de baixo custo, o que pode proporcionar diminuição no preço de aquisição diminuindo o custeio da alimentação para os ruminantes. Contribuindo para o reaproveitamento de matérias sem valor agregado, e de forma sustentável no reaproveitamento de materiais de origem vegetal favorecendo a diminuição da eliminação destes resíduos no meio ambiente e melhorando a eficiência financeira na cadeia produtiva da produção animal.

As características de resíduos de canola, nabo forrageiro, e principalmente o cártamo e a partir de prensagem mecânica (tortas) ainda não são bem definidas quanto às quantidades dos teores de nutrientes e o seu dinamismo no metabolismo no ruminal, tornando estes resíduos sem padronização quanto ao seu valor nutritivo diferentemente do produto soja, que é bem padronizado sua potencialidade nutritiva seja como grão, casca do grão ou farelo.

Em relação ao experimento de digestibilidade *in vitro* com utilização de fezes de animais é necessário e mais avaliações científicas da sua utilização devem ser feitas para padronizar um protocolo de uso para DIVMS, uma vez que constatou potencialidade de degradação da matéria seca dos alimentos. Neste experimento tentando chegar em uma homogeneização ótima entre fonte de inóculo e solução padrão, constatou que as maiores concentrações é muito dificultoso a sua homogeneização no liquidificador com a solução de McDougall (1948).

ANEXOS.....

TABELAS DE ANÁLISE DE VARIANCIA

Apêndice 1. Resumo da análise de variância da digestibilidade da matéria seca da torta de canola em diferentes inóculos e diluições. Dourados – MS, UFGD, 2013.

Fonte de variação	G.L	QM	Teste F	Significância
Inóculo	3	5839,283	285,3541	0,00303*
Diluição	3	173,0223	157,5015	0,04505*
Inóculo x Diluição	9	189,3817	381,0946	0,00001*
Resíduo	144	161,8470	55,55522	
Coeficiente de Variação (%) 11,764				

*Significância das fontes de variação (P<0,05) Teste de Tukey.

Apêndice 2. Resumo da análise de variância da digestibilidade da matéria seca da torta de cártamo em diferentes Inóculos e diluições. Dourados – MS, UFGD, 2013.

Fonte de variação	G.L	QM	Teste F	Significância
Inóculo	3	1924,569	30,942	0,00000*
Diluição	3	107,5170	157,5015	0,169995 ^{ns}
Inóculo x Diluição	9	184,6102	184,6102	0,00519*
Resíduo	64	62,20001	62,20001	
Coeficiente de Variação (%) 18,510				

*Significância das fontes de variação (P<0,05) Teste de Tukey.

Apêndice 3. Resumo da análise de variância da digestibilidade da matéria seca da torta de nabo forrageiro em diferentes Inóculos e diluições. Dourados – MS, UFGD, 2013.

Fonte de variação	G.L	QM	Teste F	Significância
Inóculo	3	954,4349	21,222	0,00000*
Diluição	3	165,2242	3,674	0,01658*
Inóculo x Diluição	9	406,9156	9,048	0,00000*
Resíduo	64	44,97289		
Coeficiente de Variação (%) 9,344				

*Significância das fontes de variação (P<0,05) Teste de Tukey.

Apêndice 4. Resumo da análise de variância da digestibilidade da matéria seca da torta de soja em diferentes Inóculos e diluições. Dourados – MS, UFGD, 2013.

Fonte de variação	G.L	QM	Teste F	Significância
Inóculo	3	799,9651	12,477	0.00000*
Diluição	3	171,3850	2,673	0.05472 ^{ns}
Inóculo x Diluição	9	643,0453	10,029	0.00000*
Resíduo	64	64,11746		
Coeficiente de Variação (%)		11,176		

*Significância das fontes de variação (P<0,05) Teste de Tukey.