

**COPRODUTOS DE OLEAGINOSAS EM DIETAS PARA
VACAS LACTANTES EM PASTEJO**

ANA PAULA DA SILVA ANTUNES

2017



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**COPRODUTOS DE OLEAGINOSAS EM DIETAS PARA VACAS
LACTANTES EM PASTEJO**

Autora: Ana Paula da Silva Antunes
Orientador: Prof. *D.Sc.* Aureliano José Vieira Pires

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março de 2017

ANA PAULA DA SILVA ANTUNES

**COPRODUTOS DE OLEAGINOSAS EM DIETAS PARA VACAS
LACTANTES EM PASTEJO**

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires
Co-Orientadores: Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira
Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março de 2017

636.085 Antunes, Ana Paula da Silva.
A642c Coprodutos de oleaginosas em dietas para vacas lactantes em pastejo. / Ana Paula da Silva Antunes. – Itapetinga-BA: UESB, 2017.
114f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Aureliano José Vieira Pires e coorientação do Prof. D.Sc. Fábio Andrade Teixeira e Prof. D.Sc. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho.

1. Vacas lactantes – Produção de leite – Girassol - Algodão. 2. Oleaginosas – Coprodutos - Digestibilidade. 3. Proteína microbiana. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Pires, Aureliano José Vieira. III. Teixeira, Fábio Andrade. IV. Carvalho, Gleidson Giordano Pinto de. V. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Vacas lactantes – Produção de leite – Girassol - Algodão
2. Oleaginosas – Coprodutos - Digestibilidade
3. Proteína microbiana

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “Coprodutos de oleaginosas em dietas para vacas lactantes em pastejo.”

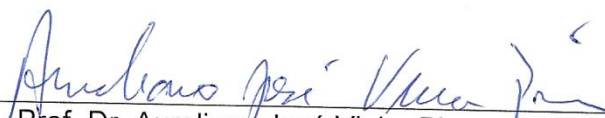
Autor (a): Ana Paula da Silva Antunes

Orientador (a): Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires.

Co-orientador (a): Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

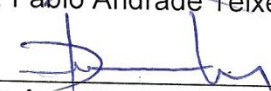


Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires – UESB

Orientador


Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira - UESB
Prof. Dr. Sérgio Augusto de Albuquerque Fernandes – UESB
Drª. Ana Paula Gomes da Silva - PNPd/UESB
Profª. Drª. Mara Lúcia Albuquerque Pereira – UESB

Data de realização: 06 de março de 2017

"Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota".

Madre Teresa de Calcutá

A **DEUS**, centro inefável para quem se direcionam e se fundem todas as ciências,
artes e verdades superiores;

Ao meu **PAI** e a minha **MÃE**, fonte de amor, grande sustentáculo de minha vida;

Aos meus **IRMÃOS**, sinônimo de força;

A minha linda filhinha **SARA**, meu grande amor;

Ao **MARCELO**, grande companheiro;

Aos **MESTRES**, fonte de sabedoria;

Aos verdadeiros **AMIGOS**, família que nos permitiram escolher.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, ser supremo que é a primeira e a última palavra das coisas presentes ou passadas, próximas ou longínquas e que sempre está iluminando o meu caminho, me concedendo saúde, paciência e sabedoria para conduzir os meus trabalhos;

Aos meus **PAIS**: Francisco e Virginita; **IRMÃOS**: Pablo e Kaíke; **TIA**: Maria Stela; **CUNHADAS**: Júnia e Adriana, pelo amor verdadeiro, orações em todos os momentos e apoio incondicional;

À **SARA**, pedacinho de mim, pelas alegrias e carinho. Razão do meu esforço;

Ao **MARCELO**, parceiro de longa jornada. Pelo amor e companheirismo;

Aos meus **SOGROS**: Vicente e Eusa, pelo apoio e carinho;

Ao **CUNHADO**: Pedro Diogo e família, pelo incentivo;

Ao meu **ORIENTADOR**, Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires, pela orientação, apoio e confiança. Admirável pela educação e capacidade inata para desempenhar com destreza a maestria do ensinar;

Aos meus **CO-ORIENTADORES**, Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira e Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, pelo apoio e auxílios;

Aos **PROFESSORES**, por me proporcionarem o conhecimento, não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional;

Aos **AMIGOS**: Julieta, Luciana, Susi, Flávio, Lucas Daniel, Kelly, José Queiroz, Maxwelder, George, Edileusa, Dicastro e Thiara, pela amizade, auxílio no laboratório e na análise estatística;

Aos **COLEGAS DE TURMA**, que mesmo em situações estressantes do dia a dia, conseguiram dispor de momentos agradáveis e de descontração;

Aos **FUNCIONÁRIOS DA FAZENDA CAMPESTRE**, pela disposição e apoio na realização do projeto;

À **EMPRESA** Guga Indústria e Comércio de Ração Animal Ltda/Taiobeiras-MG, pela disponibilização de funcionários, equipamentos e ingredientes para confecção das rações experimentais;

À **UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA/PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**, pela acolhida e oportunidade de estudo;

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

Muito Obrigada!

BIOGRAFIA

ANA PAULA DA SILVA ANTUNES, filha de Francisco Nuno Antunes Ramos e Virginita da Silva Antunes, nasceu em Jequitinhonha, Minas Gerais- Brasil, no dia 21 de Junho de 1981.

Em fevereiro de 2002, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, finalizando-o em Agosto de 2006.

Em Setembro de 2006 foi admitida como Zootecnista e Gerente Administrativa na empresa Agro Souto Comércio e Pecuária Ltda e sua filial Agro Souto Nutrição Animal Indústria e Comércio Ltda, na qual encerrou suas atividades na empresa em Fevereiro de 2011.

Em Março de 2011 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na área de concentração Produção Animal, finalizando-o em Março de 2013, com dissertação intitulada “Ureia em dietas para vacas F1 Holandês x Zebu em lactação”.

Em Março de 2013 iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na área de concentração Produção de Ruminantes, finalizando-o em Março de 2017, com tese intitulada “Coprodutos de oleaginosas em dietas para vacas lactantes em pastejo”.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	09
RESUMO GERAL	11
GENERAL ABSTRACT	13
1- Introdução.....	15
I- REFERENCIAL TEÓRICO	18
2- Produção de leite em pastagem irrigada	18
3- Biodiesel	19
3.1- Conceito e histórico	19
3.2- Soja	21
3.3- Girassol	23
3.4- Algodão	26
3.5- Mamona.....	28
4- Nutrição proteica para vacas de leite.....	31
5- Consumo de matéria seca e digestibilidade	33
6- Composição da proteína do leite e nitrogênio ureico no leite.....	34
7- Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana	35
8- Comportamento ingestivo.....	39
9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
II- OBJETIVO GERAL	56
2.1- Objetivos Específicos.....	56
III- CAPÍTULO I- CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, DESEMPENHO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS MISTIÇAS LACTANTES ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO COPRODUTOS DE OLEAGINOSAS	57
RESUMO	57
ABSTRACT	59
1- INTRODUÇÃO	61
2- MATERIAL E MÉTODOS	63
3- RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
4- CONCLUSÕES	81
5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
IV- CAPÍTULO II- DEGRADAÇÃO RUMINAL DE NUTRIENTES E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA EM VACAS MISTIÇAS LACTANTES ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO COPRODUTOS DE OLEAGINOSAS	87
RESUMO	87
ABSTRACT	89
1- INTRODUÇÃO	91
2- MATERIAL E MÉTODOS	93
3- RESULTADOS E DISCUSSÃO	101
4- CONCLUSÕES	109
5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Proporções de ingredientes dos concentrados, com base na matéria seca e razão volumoso: concentrado das dietas contendo diferentes coprodutos para vacas lactantes.....	64
Tabela 2. Disponibilidade e oferta de forragem referente aos períodos experimentais	64
Tabela 3. Composição químico-bromatológica da <i>Brachiaria Brizantha</i> e dos concentrados.....	65
Tabela 4. Consumo de matéria seca e nutrientes por vacas mestiças em lactação recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas.....	71
Tabela 5. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes em vacas mestiças em lactação recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas.....	73
Tabela 6. Desempenho produtivo de vacas mestiças em lactação alimentadas com dietas contendo coprodutos de oleaginosas.....	74
Tabela 7. Composição do leite de vacas mestiças em lactação alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel.....	75
Tabela 8. Comportamento ingestivo de vacas mestiças lactantes recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas	77
Tabela 9. Variáveis do comportamento ingestivo de vacas mestiças lactantes recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas.....	78
Tabela 10. Parâmetros comportamentais de vacas mestiças lactantes recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas	79
Tabela 11. Eficiência de alimentação e ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro de vacas mestiças em lactação recebendo dietas contendo coprodutos do biodiesel.....	80

CAPÍTULO II

Tabela 1. Proporções de ingredientes dos concentrados, com base na matéria seca e razão volumoso:concentrado das dietas contendo diferentes coprodutos de oleaginosas para vacas lactantes.....	94
Tabela 2. Disponibilidade e oferta de forragem referente aos períodos experimentais.....	94
Tabela 3. Composição químico-bromatológica da <i>Brachiaria Brizantha</i> e dos concentrados	95
Tabela 4. Degradabilidade ruminal da matéria seca de coprodutos de oleaginosas	101
Tabela 5. Degradabilidade ruminal da proteína bruta de coprodutos de oleaginosas.....	103
Tabela 6. Degradabilidade ruminal da fibra em detergente neutro de coprodutos de oleaginosas.....	104
Tabela 7. Balanço de nitrogênio (BN), eficiência de utilização do nitrogênio(N), excreções de nitrogênio nas fezes, urina e leite em vacas mestiças lactantes recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas.....	105
Tabela 8. Síntese de nitrogênio (N), de proteína microbiana (PBM) e eficiência microbiana (Em) de vacas mestiças em lactação recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas	107

RESUMO GERAL

ANTUNES, A.P.S. **Coprodutos de oleaginosas em dietas para vacas lactantes em pastejo**. Itapetinga-BA: UESB, 2017. 114 p. (Tese - Doutorado em Zootecnia, Área de concentração em Produção de Ruminantes).¹

Objetivou-se com este estudo avaliar o consumo, a digestibilidade dos componentes nutricionais da dieta, o desempenho produtivo, o balanço de nitrogênio, a síntese de proteína microbiana, o comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas, bem como a degradabilidade destes coprodutos. O experimento foi realizado na Faz. Campestre/Curral de Dentro-MG. Foram utilizadas quatro dietas constituídas por: concentrado padrão à base de milho e farelo de soja - D1 e inclusão de 50% na matéria seca do concentrado padrão de farelo de girassol – D2, de torta de algodão – D3 ou torta de mamona – D4. O volumoso ofertado foi *Brachiária brizantha* cv. Marandu. A relação volumoso:concentrado média foi de 72:28. Foram utilizadas 8 vacas mestiças, com produção média de leite de 14 kg/dia e aproximadamente 120 dias de lactação, distribuídas em dois quadrados latinos 4 × 4 (4 animais, 4 dietas, 4 períodos), com período experimental total de 76 dias, divididos em quatro períodos de 19 dias. Não houve diferença no consumo MS e nutrientes pelos animais, com excessão do consumo de carboidratos não fibrosos que foi maior para o concentrado padrão. Não houve mudanças na digestibilidade aparente da MS e nutrientes. Houve alteração na produção de leite, com menor produção (10,4% menos leite) para a dieta contendo torta de mamona (P<0,05). Não houve diferença entre as dietas para a eficiência alimentar, conversão alimentar e composição físico-química do leite. Para a degradabilidade da matéria seca, o farelo de girassol apresentou média 35,00% superior para a fração prontamente solúvel da MS (Fração A) em relação aos coprodutos torta de algodão e torta de mamona, respectivamente (média 24,46%). Não houve efeito das dietas sobre a ingestão de nitrogênio e balanço de nitrogênio (P>0,05). Não houve diferença para o nitrogênio microbiano, proteína bruta microbiana

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. D.Sc. Aureliano José Vieira Pires – Departamento de Ciências Agrárias/UESB (Orientador); Prof. D.Sc. Fábio Andrade Teixeira – Departamento de Ciências Agrárias/UESB e Prof. D.Sc. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho - UFBA (Co-orientadores).

e eficiência microbiana. Não houve diferença para os tempos de alimentação, ruminação, ócio e cocho em min./dia, número de mastigações meréricas por bolo e por dia, tempo de mastigações meréricas por bolo, tempo de mastigação total em h/dia, número de bolos ruminados em n^o/dia, consumo, ruminação e mastigação de MS e fibra em detergente neutro (FDN), eficiência de alimentação da MS e FDN e eficiência de ruminação da MS e FDN em g/h. O farelo de girassol apresenta melhor potencial de degradação. A inclusão do farelo de girassol, torta de algodão e torta de mamona pode ser utilizado na dieta de vacas em lactação, pois não altera o balanço de compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana.

Palavras-chave: Farelo de girassol, torta de algodão, consumo, digestibilidade, produção de leite, proteína microbiana.

GENERAL ABSTRACT

ANTUNES, A.P.S. **Oilseed by-products of in the diets of lactating cows on pasture.** Itapetinga-BA: UESB, 2017. 114 p. (Thesis - Doctorate in Animal Science, Concentration Area in Ruminant Production).²

The objective of this study was to evaluate the intake, digestibility of nutritional components of the diet, productive performance, nitrogen balance, microbial protein synthesis, ingestive behavior of lactating dairy cows receiving diets containing oleaginous co-products, as well as Degradability of these co-products. The experiment was carried out in the farm *Campestre/Curral de Dentro-MG*. Four diets consisted of: standard concentrate based on corn and soybean meal - D1 and inclusion of 50% in the dry matter of the concentrate of sunflower meal - D2, of cotton cake - D3 or castor cake - D4. The bulky one offered was *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. The voluminous: average concentrate ratio was 72:28. Eight crossbred cows with a mean milk yield of 14 kg/day and approximately 120 days of lactation were used, distributed in two 4 × 4 Latin squares (4 animals, 4 diets, 4 periods), with a total experimental period of 76 days, Divided into four periods of 19 days. There was no difference in DM and nutrient intake by the animals, with the exception of non-fibrous carbohydrate intake that was higher for the standard concentrate. There were no changes in the apparent digestibility of DM and nutrients. There was a change in milk production, with a lower production (10.4% less milk) for the diet containing castor bean cake (P <0.05). There was no difference between diets for food efficiency, feed conversion and physical-chemical composition of milk. For dry matter degradability, sunflower meal had a mean of 35.00% higher for the readily soluble fraction of DM (Fraction A) in relation to the co-products of cotton cake and castor bean cake, respectively (mean 24.46%). There was no effect of diets on nitrogen intake and nitrogen balance (P > 0.05). There was no difference for microbial nitrogen, crude microbial protein and microbial efficiency. There was no difference in feeding, rumination, leisure and trough times in min / day, number of merciful chews

² **Guidance Committee:** Prof. D.Sc. Aureliano José Vieira Pires – Department of Agricultural Sciences/UESB (Advisor); Prof. D.Sc. Fábio Andrade Teixeira – Department of Agricultural Sciences/UESB e Prof. D.Sc. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho – UFBA (Co-advisors).

per cake per day, chewing time per cake, total chewing time in h / day, number of cured cakes per day, consumption, rumination and mastication of DM and neutral detergent fiber (NDF), feed efficiency of DM and NDF and rumination efficiency of DM and NDF in G / hr. Sunflower meal presents better degradation potential. The inclusion of sunflower meal, cotton cake and castor bean cake can be used in lactating cows diet, since it does not alter nitrogen balance and microbial protein synthesis.

Keywords: Sunflower meal, cotton cake, intake, digestibility, milk production, microbial protein.

1- Introdução

Nos últimos 5 anos no Brasil, o consumo de leite e derivados incrementaram em 10,08%, o que tem colocado o país na quinta posição do “*ranking*” de maiores produtores globais de leite com 35 bilhões de litros produzidos em média (FAO, 2015). A União Europeia ainda continua sendo a maior produtora mundial de leite e detém o maior número de vacas em lactação (USDA, 2015).

No Brasil, a produção média anual por vaca fica em torno de 1,69 mil litros de leite, o que obtém uma média de pouco mais de 4 kg de leite/dia (IBGE, 2016). Esses dados permitem inferir que a produção de leite no Brasil tem amplo desafio a ser superado quando comparado a outros países. Ainda, há vertentes que caracterizam o potencial brasileiro para produção de leite, sobretudo pela disponibilidade de terras e água em abundância.

A crescente demanda por produtos lácteos nos supermercados e indústrias tem exigido dos produtores de leite a melhoria constante da produção visando atender o mercado interno. Entretanto, a produção de leite no Brasil baseia-se, na sua grande maioria, em sistema a pasto. Com isso, os efeitos da sazonalidade da forrageira torna um grande desafio para manter a produção dos animais, pois, a oferta de forragem e o valor nutricional da pastagem oscilam consideravelmente ao longo do ano, tornando necessário o uso de suplementação estratégica.

Na estação seca, as limitações edafoclimáticas não favorecem o acúmulo de forragem, além disso, nutrientes como a proteína bruta são diluídos na planta, sendo que, a maioria, torna indisponível para os microrganismos ruminais (Van Soest, 1994; Detman et al., 2005; Reis et al., 2009).

Outro fator limitante da produção de leite, no período da seca em vacas em pastejo, é o baixo consumo de energia metabolizável. Nessa ocasião, a maior parte da energia está nos componentes da parede celular representada pela fibra em detergente neutro que apresenta lenta degradação ruminal (Oliveira et al., 2014; Monção et al., 2016). Dessa forma, a baixa taxa de degradação associada com a taxa de passagem da digesta ruminal pode ocorrer limitação no consumo de matéria seca pelo animal devido ao enchimento ruminal (Van Soest, 1994). Sendo assim, não há adequação no rúmen da disponibilidade de energia e compostos nitrogenados, seja para degradação da fração fibrosa da dieta ou para síntese de proteína microbiana, que é responsável por fornecer a

maior parte de aminoácidos e peptídeos para o animal (Detmann et al., 2005; 2010; 2014).

Na estação verão e na transição verão-outono normalmente o pasto apresenta melhores valores nutricionais em relação aos pastos na estação seca (Reis et al., 2009; Silva et al., 2009). No entanto, mudanças fisiológicas e morfológicas ao longo da estação ocorrem nas plantas, implicando normalmente em redução da digestibilidade do pasto como efeito da maturidade fisiológica (Oliveira et al., 2014a). Isso porque há mudança na relação conteúdo celular: parede celular, sendo verificado aumento nos teores de parede celular com destaque para a lignina que limita a digestão ruminal da fração fibrosa (Van Soest, 1994; Monção et al., 2014). Além disso, há redução na relação lâmina foliar:colmo com o avanço da idade das forrageiras (Monção et al., 2016), o que não é favorável no quesito nutricional, visto que, nas lâminas foliares concentram os nutrientes mais passíveis de digestão em nível de rúmen (Monção et al., 2014). Em condições tropicais, os compostos nitrogenados nas forrageiras tendem a ser o primeiro nutriente limitante da dieta (Detmann et al., 2005), cuja deficiência deve ser suprida, via suplementação, de forma estratégica ao longo do ano (Reis et al., 2009; Silva et al., 2009).

O farelo de soja é um dos ingredientes mais utilizados na alimentação com a finalidade de suprir ou corrigir deficiências proteicas nas dietas dos animais, sobretudo para vacas em lactação. Esse ingrediente se destaca por vários motivos, dentre esses o elevado valor biológico de sua proteína por apresentar um perfil aminoacídico semelhante ao requerido pelo animal para síntese de proteína no músculo e no leite. No entanto, mesmo o Brasil sendo o maior produtor mundial de soja, o valor de aquisição do coproduto farelo de soja é elevado, o que os custos de produção de leite elevado, reduzindo as margens de lucro dos produtores (Bampidis & Robinson, 2006; Silva et al., 2009).

Nesse sentido, pesquisar alternativas para substituir o farelo de soja, sem reduzir a produção é essencial para que os produtores continuem na atividade (Gonçalves et al., 2014; Souza et al., 2016) Assim, o uso de coprodutos da agroindústria, principalmente os do processamento dos grãos de girassol, algodão e mamona, tem recebido atenção especial, principalmente pelo baixo custo de aquisição em determinadas regiões e épocas do ano (Silva et al., 2009) e pela qualidade nutricional de seus compostos nitrogenados (Abdalla et al., 2008; Silva et al., 2009).

O processamento de forrageiras oleaginosas pelas agroindústrias produtoras de biodiesel tem disponibilizado grandes quantidades de coprodutos (i.e. Tortas, Farelos)

com elevado potencial para utilização na nutrição de ruminantes (Abdalla et al., 2008; Broderick et al., 2015). Neste contexto, o uso destes coprodutos em dietas para ruminantes pode ser uma estratégia para reduzir os custos de produção e aumentar ou manter a produção de leite e margens de lucro (Silva et al., 2009a). Ainda, o uso desses compostos na alimentação animal reduz os impactos ambientais, visto que, o manejo de descarte incorreto polui os recursos naturais.

Contudo, rações formuladas com ingredientes alternativos devem ser eficientes, seguras e econômicas, de modo a permitir o mesmo desempenho produtivo de animais alimentados com dietas tradicionais. No entanto, verificam-se lacunas na nutrição de ruminantes no que diz respeito ao uso de coprodutos de oleaginosas em dietas para vacas leiteiras, sobre a composição ideal dos suplementos fornecidos a esta categoria sob pastejo em condições brasileiras e seus efeitos no desempenho e características do leite.

Com base no exposto, objetivou-se avaliar a inclusão do farelo de girassol, torta de algodão e torta de mamona em substituição ao farelo de soja em dietas para vacas mestiças lactantes em pastejo.

I - REFERENCIAL TEÓRICO

2. Produção de leite em pastagem irrigada

A utilização de plantas forrageiras como fonte de nutrientes para bovinos de leite destaca o Brasil como um dos maiores países do mundo com elevado potencial produtivo de baixo custo e com produto de elevada competitividade no mercado interno e externo (Deblitz, 2001). Entretanto, ainda existem muitas vacas sendo ordenhadas com produção diária que varia de 8,1 a 8,6 kg/animal, sendo a média nacional brasileira muito baixa. Isso ocorre em função dos baixos níveis de uso de pacotes tecnológicos disponíveis como manejo de pasto, uso de suplementação estratégica, manejo sanitário e uso de animais melhorados geneticamente para produção de leite.

Quando se trata de produção de leite em pasto, o grande desafio é manter a produção constante ao longo do ano, mesmo com animais de elevado potencial produtivo. A estacionalidade de produção das forrageiras tem sido apontada como um dos principais responsáveis pelos baixos índices de produtividade da pecuária leiteira (Rolim, 1994). Sendo assim, tomadas de decisões devem ser estabelecidas para corrigir os efeitos da estacionalidade de produção das forrageiras, ou pelo menos para amenizá-las, visando a não redução da produção.

Dentre os aspectos desejáveis à utilização e distribuição da produção de plantas forrageiras durante o ano pode ser considerada um dos atributos mais requisitados, (Rolim, 1994) frente ao baixo impacto no custo total de produção. De acordo com Corsi & Martha Jr. (1998), a melhor distribuição da produção durante o ano faz com que menores variações no desempenho e lotação animal em pastagens sejam observadas. Dentre as forrageiras mais cultivadas no Brasil, Soares Filho et al., (2002) encontraram que algumas gramíneas dos gêneros *Cynodon*, *Brachiaria* e *Panicum* concentraram cerca de 85% da produção anual de matéria seca no período das águas. Assim, alguns sistemas de produção animal a pasto têm feito uso da irrigação como estratégia de reduzir essa estacionalidade e oferta de massa de melhor qualidade aos animais. No país, aproximadamente, 5% das áreas de pastos (3,2 milhões de hectares) são irrigados, apesar de essa pequena parcela responder por 16% da produção total e 35% do valor econômico (Mendonça et al., 2010).

Há que se ressaltar que, caso os demais fatores climáticos, que determinam a produção de forragem, estejam deficientes, haverá pouco ou nenhum ganho por meio da irrigação. Como exemplo, pode-se citar a temperatura, a qual deveria estar entre 30 e 35°C para o ótimo desenvolvimento de gramíneas tropicais (Teixeira et al., 2013). A temperatura-base inferior, abaixo da qual não há crescimento, varia de 12 a 17,5°C (Mendonça et al., 2010). Por isso, em regiões de clima semiárido, com água disponível, torna-se uma excelente forma de produzir ao longo do ano usando irrigação, devido às baixas oscilações na temperatura e luminosidade.

As forrageiras pertencentes ao gênero *Brachiaria* têm sido intensivamente pesquisadas no Brasil, principalmente devido ao elevado potencial produtivo (acima de 20 toneladas por hectare), valores nutricionais (até 18% de proteína bruta), a resposta à fertilização, à capacidade de adaptação a diferentes ambientes e à flexibilidade de manejo (Araújo et al., 2008). Resultados de pesquisa com animais de aptidão leiteira têm mostrado grande potencial quando utilizadas técnicas de irrigação do pasto (Teixeira et al., 2013).

Signoretto et al. (2013) ressaltaram vantagens que a irrigação de pastagem possibilita ao sistema de produção como o incremento na produção de forragem por hectare por ano, o que contribui com redução de custos. Ainda, há possibilidades de aumentar a taxa de lotação de 7 a 10 vacas por hectare, produzindo 10-13 kg de leite por vaca por dia. Isso significa que é perfeitamente possível produzir 90 a 130 kg de leite por dia por hectare, ou seja, 32.850 kg a 47.450 kg de leite por hectare por ano. Entretanto, os autores salientam a importância de análises crítica e objetividade de cada sistema para se implantar a irrigação, isto devido à produção de leite a pasto ser mais economicamente viável. Contudo, as condições edafoclimáticas não possibilita a constância na oferta de forragem, assim como no valor nutricional, sobretudo no período da seca, o que faz necessário a correção nutricional da dieta com o uso de suplementos concentrados como os coprodutos agroindustriais.

3- Biodiesel

3.1- Conceito e histórico

O biodiesel é um combustível biodegradável que pode ser obtido por diferentes processos tais como o craqueamento, a esterificação ou pela transesterificação de fontes renováveis (vegetais ou animais). No final do ano de 2005, no Brasil, o governo Federal

lançou o Plano Nacional de Agroenergia em que constavam as fontes orgânicas (matérias-primas), sobretudo os vegetais com potencial de utilização para extração de óleos com finalidade de produzir biodiesel. As principais plantas oleaginosas são: a soja, amendoim, algodão, girassol, mamona, canola, linhaça, crambe, colza, milho e palma. Nas plantas, o óleo concentra-se em maior parte nas sementes que são processadas para liberação e, posteriormente, utilizadas para fabricação de biocombustíveis. A ideia é que esse produto seja usado em substituição total ou parcial aos combustíveis de origem fóssil, nos motores à combustão para a geração de energia (Brasil, 2005).

Em Janeiro de 2008, ficou estabelecido no Plano Governamental a adição obrigatória de 2% de biodiesel no petrodiesel comercializado em todo país, e 5 anos mais tarde (Janeiro de 2013), esse percentual foi elevado para 5% ou mais (até mesmo o biodiesel puro), conforme autorização da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP. Entretanto, desde Julho de 2008, o governo sanciona uma resolução, que obriga a adição de 3% de biodiesel no óleo diesel comercializado nas bombas em todo o Brasil (Brasil, 2008).

Todavia, o acréscimo de 5% de biodiesel no petrodiesel que iria valer a partir do ano de 2013 foi antecipado para o início de 2010 pelo Conselho Nacional de Políticas Energéticas (Brasil, 2009). No entanto, a proporção de biodiesel adicionada ao óleo diesel passou a ser de 6% a partir de julho e 7% a partir de novembro de 2014, de acordo com a Lei nº 13.033/2014.

Com o incremento no uso de biodiesel, é essencial aumentar a oferta de matéria prima e usinas para processamento. Assim, o governo Federal, no final do ano de 2004, lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, determinando entre suas diretrizes, abertura de linhas de créditos especiais para construção de usinas de biodiesel financiadas pelo Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social e outras fontes (Brasil, 2004).

Mais tarde (em 2006), com o exemplo do Brasil para o mundo, sobretudo frente às pressões para redução de emissão gases causadores do efeito estufa, o Governo Federal, por meio da Instrução Normativa n. 516, injetou grandes linhas de fomento à produção e uso de biodiesel. Assim, o cultivo de plantas oleaginosas utilizadas no processo de produção do biodiesel cresceu consideravelmente, assim como, a instalação de indústrias beneficiadoras, gerando emprego e renda nas regiões. Ainda, como incentivo, o Governo, por meio de Normativa, estabelece redução parcial ou até total isenção de impostos, em função relevância social que a usina vier a propiciar na região

(Brasil, 2010). Atualmente, no Brasil, existem mais de 50 usinas instaladas para produção de biodiesel.

O uso do biodiesel no mundo e no Brasil é determinado por diversos fatores. Na Europa o principal motivo para a utilização do biodiesel está ligado às questões ambientais; nos Estados Unidos, às questões estratégicas de garantia de suprimento de combustível em preço e quantidade adequados e, no Brasil, à questão social. Segundo a ANP, a produção de biodiesel no Brasil foi de 1,17 milhões de m³ para atender a demanda de 2%. Até o mês de Junho de 2016, 9,9 milhões de barris equivalente de petróleo já foram produzidos para atender a demanda de 7% de inclusão no óleo diesel (Brasil, 2010ab).

Atualmente, a cultura da soja continua sendo a principal matéria-prima para a produção de biodiesel, equivalente a 76,9% do total, com uma alta de 17,7% em relação aos últimos 3 anos. A segunda matéria-prima no ranking de produção das usinas foi a gordura animal (19,8% do total), após aumento de 16,8% em relação a 2013, seguida pelo óleo de algodão (2,2% do total) e outras matérias graxos 1,1%. O cultivo de mamona e girassol está cada vez mais aumentando para essa finalidade, principalmente, em pequenas propriedades.

3.2- Soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma planta herbácea, dicotiledônea anual, incluída na classe Magnoliopsida. É uma planta que apresenta grande variabilidade genética, tanto no ciclo vegetativo como no reprodutivo, sendo também influenciada pelo meio ambiente.

Dentre as forrageiras leguminosas, a soja é considerada a principal pela elevada concentração de lipídeos nas sementes, sendo uma importante fonte de matéria prima para produção de óleo no Brasil, além de possuir valor econômico no mercado nacional e internacional (Silva et al., 2006). Cerca de 90% da produção de óleo no Brasil provém da soja. Ainda, os grãos são ricos em fonte de proteína (38 a 42%).

No ranking mundial, o Brasil é o segundo maior produtor de soja, ficando atrás apenas dos EUA. Na safra 2014/2015, a cultura ocupou uma área de 31,57 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 95,07 milhões de toneladas. A produtividade média da soja brasileira é de 3.011 kg por hectare.

A elevada produção de soja no Brasil, sobretudo nas Regiões Centro-Oeste e Sul, associada com altos teores de óleo nos grãos (22%) tem favorecido o uso desta como matéria-prima nas usinas para produção de biodiesel. Em virtude, essas regiões continuam sendo as maiores produtoras de biodiesel do país, com um volume de cerca de 1,5 milhões de m³, equivalente a 43,1% da produção nacional. Em seguida, a região Sul, com uma produção de 1,4 milhões de m³, 39,7% do total nacional.

Quando utilizada para alimentação animal, a soja crua possui enzimas como a urease que acelera processo de degradação ruminal das fontes nitrogenadas, principalmente não proteico como a ureia, incrementando rapidamente o pico de nitrogênio amoniacal ruminal causando intoxicação ao animal (Santos, 2011). Dessa forma, é recomendado a não utilização de soja crua para os animais, sendo interessante o processamento. De acordo com Teixeira (1998), a tostagem do grão é uma excelente forma de destruir a enzima urease e constitui fonte de proteína não degradada no rúmen de elevado perfil biológico (Faldet et al., 1991).

Cerca de 5% do grão de soja é constituído de sacarose, possui pouco teor de amido e elevada presença de hemicelulose (15%) e celulose (4%), 1,1% de rafinose e 3,8% de estaquiose (Santos, 2011). Esses últimos são reconhecidos pelos fatores de flatulência, responsáveis em grande parte pela intolerância à soja exibida por certos humanos ou animais (D'Arce, 2005).

Após a extração do óleo do grão, obtém os coprodutos que podem ser nas formas de farelos ou tortas, sendo maior a produção de farelo de soja, composta por 79% de grãos, sendo um dos principais ingredientes nas rações para ruminantes. O farelo de soja na composição de dietas é o item que mais onera o custo de produção.

A torta de soja é o coproduto obtido apenas após o esmagamento do grão de soja, antes da extração do óleo com solventes. A extração do óleo com o uso de solventes, acrescido do processo de tostagem e moagem caracterizam o farelo de soja, o qual tem menor teor de extrato etéreo (2,43%), comparativamente à torta de soja.

A utilização de farelo de soja em dietas para vacas em lactação é uma excelente fonte de proteína não degradada no rúmen (PNDR) (Souza et al., 2010), sendo absorvidos os aminoácidos no intestino delgado (NRC, 2001). O farelo de soja se destaca pelo perfil da cadeia aminoacídica, que é bastante semelhante à requerida pelo animal para manutenção e produção (Schwab et al., 1976). Todavia, a maioria das pesquisas com farelo de soja para vacas em lactação referem-se na substituição do farelo de soja, devido ao elevado custo das dietas. O farelo de soja é a base da alimentação de aves e suínos, além de ser uma grande *commodities* para exportação.

Com isso, o uso deste em dietas para ruminantes torna-se inviável pela alta competitividade, sendo interessante pesquisar novas fontes proteicas para a adição na composição das dietas. Os efeitos do farelo de soja em dietas para vacas em lactação pode ser verificado na pesquisa de Gonçalves et al. (2014), que analisaram incrementos de 11,4% na produção de leite por dia em relação a outras fontes de nitrogênio como a ureia e ureia de liberação lenta com níveis de inclusão variando de 0,92% à 2,1% da matéria seca da dieta. Ainda, segundo os mesmos autores, a substituição do farelo de soja por diferentes tipos de ureia não altera a digestibilidade dos nutrientes das dietas. Entretanto, reduz linearmente o teor de gordura no leite, mas não modificaram o teor de proteína e a relação gordura:proteína do leite.

Zervoudakis et al. (2010) avaliaram a substituição do farelo de soja por farelo de algodão (0, 8,70, 17,40, 26,10 e 34,80% de inclusão) de alta energia em dietas para vacas leiteiras sobre a composição do leite e produção. Verificaram que a composição do leite em gordura (G), proteína (PTN), lactose, sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD) e produção média diária não foram alterados entre os tratamentos.

3.3- Girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família Asteraceae, originária da América Central e do Norte. Inicialmente utilizada como fonte de alimentos pelos índios, foi levada para Europa no século XVI como planta ornamental. Atualmente é cultivada com sucesso nos cinco continentes, em mais de 20 milhões de hectares, sendo os maiores produtores mundiais, a Rússia, a Argentina e os Estados Unidos (Ungaro, 2000). Destaca-se como a quarta oleaginosa em produção de grãos e a quinta em área cultivada no mundo (Castro et al., 1997). Até no final da década de 90, o girassol não era visto como produção econômica, pois apresentava baixa produtividade, reduzidos teores de óleos, susceptibilidade ao ataque de insetos e pouca comercialização. A produção de girassol vem crescendo a cada ano, sendo as indústrias de óleo o principal destino para o girassol, que absorve mais de 90% da produção mundial (Rossi, 1998).

A cultura de girassol vem despertando interesse crescente dos agricultores, devido não competir com culturas tradicionais de verão, como a soja e milho e, ainda, quando consorciada com estas culturas pode incrementar suas produções. Seu cultivo se enquadra no período denominado como safrinha, e se destaca pela sua maior tolerância

a períodos de escassez hídrica, assim como as geadas leves. Segundo estimativas da CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2016), no ano agrícola de 2015/2016 a área plantada com a cultura foi de aproximadamente 111,5 mil hectares, com uma produção estimada em 179,8 mil toneladas de grãos. A expectativa é de crescimento acima de 15% para os próximos anos (Conab, 2016). Atualmente, o Estado de Mato Grosso é maior produtor, concentrando 77% da produção brasileira.

Após o processamento dos grãos de girassol para extração do óleo nas usinas, grandes quantidades de coproduto são produzidas e disponibilizadas para uso na alimentação animal na forma de farelo e/ou torta de girassol (Domingues et al., 2010).

Vale ressaltar que há dois processos para extração do óleo de girassol, o primeiro e mais eficiente utiliza solventes químicos (hexano associado a elevadas temperaturas), obtendo-se como coproduto o farelo de girassol (Pereira et al., 2011). O segundo e com menor grau de eficiência é obtido pelo uso da prensagem a frio em que o coproduto é a torta de girassol.

Em função da maior eficiência do primeiro processo, o farelo contém baixo teor de extrato etéreo e em contrapartida a torta pode apresentar, ou não, elevados níveis de extrato etéreo, estando na dependência da eficiência do processo de prensagem a frio. De maneira geral, a torta de girassol pode ser considerada como alimento proteico, com proteína de alta degradação ruminal, além de ser rica em ácidos graxos insaturados (Oliveira & Cárcere, 2005). De acordo com Lima et al. (2013), a composição da torta de girassol, em termos de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e digestibilidade da matéria seca corresponde a 90,05%, 30,93%, 16,76%, 42,69% e 64,54%, respectivamente.

É interessante destacar o elevado teor de proteína bruta na torta de girassol, porém, Beran et al. (2007) propuseram conhecer melhor o fracionamento proteico desta, utilizando bovinos da raça Holandesa, e verificaram baixos valores para a proteína não degradada no rúmen (PNDR).

A utilização de tortas ou farelos de girassol na alimentação animal deve ser analisada com cautela, frente à presença de compostos antinutricionais presente nos grãos da maioria das oleaginosas (Mandarino, 1992). Nos grãos de girassol pode ser encontrado o ácido clorogênico como fator limitante na alimentação animal. Esse ácido é um dos compostos fenólicos bastante presente e distribuídos nos tecidos vegetais. O ácido clorogênico constitui mais de 70% do total dos vários compostos fenólicos presentes nos farelos e tortas de girassol. Entretanto, poucos são os relatos de intoxicação por bovinos. A presença da enzima arginase e o inibidor de tripsina foram

constatados em grãos de girassol. No entanto, estes componentes são sensíveis a temperatura, sendo facilmente inativados através de processos térmicos. Ainda, Roy & Bhat (1974) salientaram que o inibidor de tripsina, podendo ser encontrada nos coprodutos do girassol, apresenta uma atividade inibitória extremamente baixa no animal.

No Brasil, a utilização de farelo de girassol na alimentação de vacas em lactação ainda é incipiente e são poucos os trabalhos publicados a respeito da influência deste ingrediente na produção de leite, o que reforça a necessidade de estudos utilizando este ingrediente.

Santos et al. (2006) pesquisaram em bovinos da raça Holandesa, o impacto da utilização do farelo e da torta de girassol sobre a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, utilizando concentrados com substituição parcial do farelo de girassol e do milho pela torta de girassol; nas proporções de 0; 20; 40 e 60%. Verificaram que a inclusão de torta de girassol influenciou a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca e da fibra em detergente neutro, diminuindo, linearmente, à medida que aumentou o nível de torta de girassol no concentrado.

Garcia et al. (2004), utilizando bovinos leiteiros em fase de crescimento, verificaram que não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis de inclusão de farelo de girassol nos concentrados sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da MS (82,3%), PB (82,2%), EE (57,2%), ENN (92,6), FB (44,8%), FDN (72,5%) e FDA (70,5%). Concluíram que, até o nível de 45% de inclusão no concentrado, o farelo de girassol poderá ser utilizado, com eficiência, na dieta de bovinos leiteiros em fase de crescimento.

Santos et al. (2012) avaliaram o desempenho da produção leiteira para vacas, após o pico de lactação, em pasto de capim elefante (*Pennisetum purpureum*), suplementadas com rações concentradas contendo teores crescentes de torta de girassol (0; 24; 48 e 72% na matéria seca (MS)). Os autores verificaram maior produção de leite, teor de gordura e extrato sólido total quando incluiu 24% e 72% na MS de torta de girassol, respectivamente.

Há grandes variações no teor de extrato etéreo das tortas disponíveis para a alimentação animal, isso em função do método de extração do óleo ainda não ser tão eficiente (Santos et al., 2012). Em decorrência, existe tortas com elevados teores de extrato etéreo, o que causa limitação no consumo pelo animal, conseqüentemente, afetando a produção. Corroborando com esta ideia, o NRC (2001), afirma que a

influência do acréscimo de lipídios na porcentagem de gordura do leite é variável e dependente de sua composição e da quantidade de gordura fornecida.

Alguns estudos indicam haver alterações na biohidrogenação ruminal de animais alimentados com rações contendo altos teores de extrato etéreo advindo de plantas oleaginosas, podendo acarretar variação na produção e composição do leite (Abughazaleh & Holmes, 2007; Santos et al., 2012). A biohidrogenação ruminal consiste no processo de hidrólise de grandes cadeias lipídicas dos alimentos em unidade básicas (triglicerídeos). Após esse processo, as bactérias liberam enzimas que quebram a dupla ligação em lipídeos insaturados e incorpora hidrogênio da cadeia tornando os saturados, caracterizando a biohidrogenação ruminal (Koslosky, 2002).

Rego et al. (2009), ao pesquisarem a biohidrogenação ruminal derivada de ácidos graxos no leite de vacas mantidas em pasto suplementadas com rações adicionadas a 0,5 kg óleos de colza, girassol e linhaça, em relação ao controle (sem óleo), noticiaram os valores de 3,75; 3,33; 3,27; 3,59% para os teores de gordura do leite corrigido para 3,5% para os tratamentos controle, óleo de colza, óleo de girassol e óleo de linhaça, respectivamente. Os tratamentos contendo óleo de colza e girassol tiveram decréscimos de 0,26 e 0,32 unidades percentuais em relação ao óleo de linhaça.

3.4- Algodão

O algodão também conhecido como algodoeiro (*Gossypium* L.), da família Malvaceae é uma dicotiledônea de ciclo anual. Em ampla revisão (Beltrão & Araújo, 2004) relataram que existem mais de 50 espécies do gênero *Gossypium*, mas apenas quatro são cultivadas, isto é, domesticadas. Acredita-se que as principais espécies cultivadas, a *G. hirsutum* L. e a *G. barbadense* L., descendam de um ancestral comum que se originou no Continente Africano, classificado como *Gossypium herbaceum africanum*, e possuidor de fonte fibrosa nas sementes, sobretudo nas cascas.

A produção da fibra ou pluma é a principal justificava para produção da cultura do algodão, sendo que, na indústria têxtil a pluma tem mais de 400 aplicações, sendo hoje o consumo mundial em torno de 26,2 milhões de toneladas por ano. Essa demanda é crescente e pesquisas indicam que, no máximo em 15 anos, o mercado necessitará de mais de 35 milhões de toneladas do produto para atender essa demanda mundial (Beltrão, 2007). Para a safra de 2015/2016, o Brasil produziram 2,3 milhões de toneladas de fibra algodão, que resultou em mais três milhões de toneladas de caroço de

algodão, segundo estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (CONAB, 2016).

Esse aumento na disponibilidade de caroço de algodão para os próximos anos aquece o setor industrial para produção de biodiesel, o que segundo Winterholler et al. (2009) disponibilizará elevadas quantidades de coprodutos desse processo que é o farelo e/ou torta de algodão para alimentação animal. Esses coprodutos contêm elevados teores de proteína bruta (acima de 30%), 44% de fibra insolúvel em detergente neutro e 10,2% de extrato etéreo, com base na matéria seca. E os mesmos autores alertaram que, devido ao envolvimento de altas temperaturas (70 °C a 105 °C) no processo de extração, pode haver diminuição da degradabilidade ruminal do produto, o que pode ser uma característica interessante quando, por exemplo, o intuito é elevar a quantidade de proteína não degradável no rúmen.

Uma preocupação com o uso do caroço de algodão ou de seus coprodutos na alimentação é a presença do gossipol, um composto antinutricional. O gossipol (C₃₀H₃₀O₈) é um composto polifenólico de coloração amarela, antioxidante e antipolimerizante, produzido em glândulas localizadas nas raízes, folhas, hastes e sementes da planta do algodão (Randel et al., 1992). É capaz de proteger a planta contra danos provocados por insetos, mas também é tóxico para os animais (doses acima de 5,0 mg/ml no plasma), embora em menor nível para os ruminantes (sinais subclínicos na maioria das vezes) (Arieli, 1998; Benbouza et al., 2002; Mena et al., 2001).

No Brasil, não existem estudos amplos que analisam uma faixa de teor de gossipol em caroço de algodão ou em seus coprodutos. Pesquisas avaliando gossipol livre em caroço de algodão nos Estados Unidos ressaltaram que, este composto esteja presente entre 0,47-7% do peso seco do caroço e em menor concentração na torta, entre 0,04-1,77%, todavia, observa-se que a abrangência desses dados ainda é limitada frente às espécies cultivadas (EFSA, 2008; OECD, 2009).

Estudos como os de Boatner (1944) e Baliga (1956) com caroço de algodão constataram que o gossipol apresenta-se na forma livre, mas que existem outros compostos similares como o gossipurpurina e o gossifulvina. O primeiro é um pigmento de coloração púrpura e que se decompõe em solução, tornando-se amarelo claro. Já o gossifulvina, apresenta coloração alaranjada e, embora mais estável que o gossipol, é menos reativo, possivelmente inerte.

Após o processamento, ocorre a complexação do gossipol livre devido à ligação do grupo aldeído presente na molécula com aminas dos aminoácidos das proteínas do meio. Assim, a maior parte do gossipol presente na torta ou farelo encontra-se na forma

ligada, a qual foi denominada inicialmente por Frank E. Carruth de D-gossipol, mas ainda coexistem pequenas frações de gossipol livre, gossipurpurina e gossifulvina (Baliga, 1956; Carruth, 1947; Strøm-Hansen et al., 1989).

Depois de metabolizado, o gossipol pode ser oxidado a um metabólito inativo denominado gossipolone (Yu, 1987). Da mesma forma, outros estudos relatam a existência de compostos provenientes de oxidação, análogos ao gossipol, como por exemplo, o apogossipol e o apogossipol hexaacetato que são tóxicos, mesmo que o apogossipol apresente apenas um terço da toxicidade do gossipol (Clark, 1928ab; Jia et al., 2008).

Embora ruminantes apresentem menor susceptibilidade ao gossipol do que os animais monogástricos, a ingestão crônica desse polifenol apresenta efeito acumulativo, provocando sinais de toxicidade similares (i.e. falta de apetite, morte fetal, redução no consumo, produção de leite) aos da ingestão de concentrações elevadas de gossipol livre na dieta, como por exemplo, para gado leiteiro, equivalentes a uma ingestão de doses acima de $6,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ de peso corporal (Lindsey et al., 1980).

Apesar de conhecida a composição bromatológica da torta de algodão, que possui reduzidos teores de extrato etéreo (9,67% de extrato etéreo), 55,67% de fibra insolúvel em detergente neutro e bom valor energético bruto de 4,85 Mcal/kg de matéria seca (Valadares Filho et al., 2006), ainda são escassos os relatos na literatura sobre a utilização da torta de algodão em dietas de ruminantes e, principalmente, sobre o efeito dessa torta no desempenho de vacas lactantes e características do leite.

Da mesma forma, para gado leiteiro, Lindsey et al. (1980) realizaram um estudo de 14 semanas, utilizando rações adicionadas de torta de algodão obtidas por prensagem ou extração por solvente, na proporção de 45% de matéria seca e observaram decréscimo no ganho de peso, além de mudanças fisiológicas e presença de gossipol no plasma e fígado, sugerindo a possibilidade de intoxicação mesmo em animais maduros.

3.5- Mamona

A mamoneira (*Ricinus comunis L.*), uma oleaginosa pertencente à família Euforbiácea que desenvolve em regiões de clima tropical e subtropical e que apresenta resistência a longos períodos de estiagem (Chiaradia, 2005). Possivelmente oriunda da Etiópia e gradativamente difundida para o continente Africano, região do Mediterrâneo e regiões de clima quente da Ásia (Garcia-Gonzalez et al., 1999), a mamona produz grãos ricos em óleo glicídico solúvel em álcool. No Brasil é bastante cultivada,

sobretudo, nas regiões áridas e semiáridas, responsáveis por mais de 90% da produção brasileira (Severino et al., 2006), isso se deve pela suas características de resistência a escassez de água e adaptabilidade ao clima da região, sendo o Estado da Bahia o maior produtor (Alves et al., 2004). É uma planta que requer pelo menos 500 mm de chuvas para o seu crescimento e desenvolvimento, em temperatura do ar que varia entre 20 e 30 °C, de preferência com altitude superior a 400 m, para seu desenvolvimento pleno (Peixoto, 2006). Precipitações entre 600 e 700 mm proporcionam rendimentos superiores a 1.500 kg/ha (Beltrão et al., 1999). Por isso, essa cultura se adapta bem as condições edafoclimáticas de regiões semiáridas que tem as características ideais para seu desenvolvimento.

A mamoneira apresenta características variáveis, dentre elas o porte que pode ser anão ou arbóreo, serem perenes ou anuais, com oscilações no teor e composição do óleo e diferentes cores de folhas, caules e frutos (Milani, 2008). Assim, como a maioria das plantas oleaginosas, o óleo da mamona é extraído dos grãos também muito utilizado para produção de fontes energia renovável (Chiaradia, 2005), sendo de grande interesse para a indústria de biodiesel. O processamento da mamona para extração do óleo gera coprodutos, a torta e farelo, que devido suas elevadas concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio pode ser utilizada como biofertilizante, mas aos poucos a torta de mamona vem se destacando como fonte proteica para ruminantes. Em torno de 55% do peso das sementes, após extração do óleo, corresponde a produção de torta, entretanto, ocorre variações em função do teor de óleo (35 a 55%) presente na semente e com método de extração utilizado (Hemerly, 1989).

O crescente interesse da torta de mamona pelas indústrias de rações para os animais se deve elevado valor proteico, com 32 a 45% de proteína bruta, além de 50,5% de fibra insolúvel em detergente neutro, 5,48% de extrato etéreo, 4,26% de lignina e 5,06% de carboidratos não fibrosos (Guimarães, 2010). Entretanto, seu uso tem sido limitado para os animais devido à presença de substâncias tóxicas e alergênicas (Moshkin, 1986; Anandan et al., 2005). Sendo obrigatório o processamento para destoxificação para que a torta possa ser utilizada na alimentação de ruminantes e não-ruminantes.

A toxidez da torta de mamona é causada pela presença de proteínas denominada ricina, um alcalóide, a ricinina, fitohemaglutininas e um complexo alergênico, o CB-1A, que causa reações alérgicas em humanos (Jenkins, 1963; Alexander et al., 2008). Essas proteínas pertencentes à família de enzimas conhecidas como Proteínas Inibidoras de Ribossomos (RIP) são capazes de inativar ribossomos, por meio da ruptura da ligação

entre adenina e a ribose, impossibilitando a síntese proteica, induzindo à morte celular e como consequência ocasionando a morte celular (Musshoff & Madea, 2009).

A ricina é uma das fitotoxinas ou toxalbumina mais potentes e concentra-se no endosperma da semente (Anandan et al., 2005). Apesar do teor de ricina ser bastante variável, os níveis podem variar entre 1 a 5% do peso seco das sementes (Cook et al., 2006; Alexander et al., 2008). Já a ricinina, apresenta uma concentração entre 870 e 1.500 mg.kg⁻¹ de sementes e possui menor toxicidade, manifestada basicamente por sintomas neurológicos (Lord & Spooner, 2011; Döbereiner et al., 1981), enquanto o complexo alergênico representa 12,5% do peso da torta e está presente na semente, no pólen e em partes vegetativas da planta (Bandeira et al., 2004; Assis Júnior et al., 2011).

Desde 1960, a torta de mamona já era comercializada destoxificada pela “Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro S.A. – SANBRA” denominada Lex Protéico. Todavia, para que os métodos de destoxificação dos coprodutos da mamona sejam utilizados, estes devem ser economicamente viáveis e garantir alta eficiência de destoxificação (Souza, 2015).

Para vacas em lactação, o uso de torta de mamona destoxicada em substituição ao farelo de soja não alterou a produção de leite e melhorou a eficiência alimentar conforme verificado por Silva (2014), que também verificou bons coeficientes de digestibilidade da matéria seca, extrato etéreo e fração fibrosa com médias de 55,22; 76,63% e 54,26%.

Em regime de pastejo de *Brachiaria Brizantha*, Souza (2015) avaliou a produção de leite em vacas mestiças Holandês x Zebu (grau de sangue variando de ½ a ¾ de sangue H x Z), de terceira a quinta ordem de lactação, recebendo níveis de farelo de mamona (0,0%, 3,3%, 6,6% e 10,0%) na matéria seca da dieta. O farelo de mamona apresentava 3,3% de extrato etéreo na matéria seca. O autor verificou que a inclusão de até 10% de farelo de mamona não afeta a produção de leite, o consumo de matéria seca, fração fibrosa, extrato etéreo e nutrientes digestíveis totais. Ainda, não afeta a digestibilidade desses nutrientes.

Os teores de extrato etéreo em tortas tende a ser superior quando compara com os farelos, em função do método de extração do óleo. Conforme mencionado por Palmquist & Mattos (2006), elevados teores de gordura na dieta (acima de 8% na matéria seca) pode comprometer o consumo e desempenho dos animais. O uso de torta de mamona em dietas de vacas em lactação ainda é muito incipiente, o que reforça a importância dessa pesquisa frente às demandas por conhecimento desse coproduto na alimentação animal.

4. Nutrição proteica para vacas de leite

Assim como a produção de forragem ao longo do ano, as concentrações de nutrientes nas plantas oscilam bastante em função das mudanças ocorridas nos componentes celulares pela maturidade fisiológica. Com isso, a utilização de pasto como exclusiva fonte de nutrientes promove limitações de ordem nutricional acarretando à redução do desempenho animal afetando a lucratividade do sistema (Muller & Fales, 1998).

Fisiologicamente, a planta quando jovem apresenta relação elevada de conteúdo celular, rico em nitrogênio (N), carboidratos solúveis, elevada digestibilidade e baixa concentração de componentes estruturais como celulose, hemicelulose e lignina. Entretanto, à medida que a planta atinge a maturidade fisiológica ocorrem mudanças nas estruturas, devido ao crescimento, exigindo maior resistência da parede celular e dos demais tecidos de sustentação. Esse processo é a principal causa de redução ou diluição dos componentes do conteúdo celular, dentre esses, o nitrogênio, expressos na forma de proteína bruta, e que mais impacta no desempenho produtivo dos animais.

O uso exclusivo de pasto como fontes de nutrientes limita a produção de leite por não adequar aos requerimentos nutricionais dos animais, sobretudo em proteína bruta. Todavia, o excesso desse ingrediente ofertada na dieta é convertida em amônia, e em condições ideais de pH ruminal é absorvida para a corrente sanguínea, transformada em ureia no fígado e excretada pela urina ou glândula mamária (concentra-se no leite) ou reciclada via saliva para o trato digestivo superior. Problemas ambientais podem ocorrer devido à ureia presente na urina ser convertida em amônia e volatilizada para o ambiente. A proteína bruta é o nutriente mais oneroso da dieta não sendo interessante para o retorno de capital quando se tem em excesso, além da reduzida eficiência de uso do nitrogênio (Broderick, 2003) uma vez que parte da energia que deveria ser utilizada para produção de leite é dispensada para excreção de N. Para cada grama de N excretado, são gastas 13,3 kcal de energia digestível (Broderick, 2003).

De forma geral, a grande preocupação em estudar fontes proteicas, principalmente para vacas leiteiras, se deve ao processo de degradação no rúmen. Existe uma preocupação e necessidade de balancear as dietas visando fornecer proteína degradada no rúmen (PDR) associado com fontes de energia visando potencializar a produção de proteína microbiana que é a principal fonte de aminoácidos para os animais. Dentro das fontes de PDR, tem o fracionamento proteico proposto pelo NRC

(2001) na qual a proteína bruta é dividida em 3 frações ou em 5 frações, segundo o sistema de Cornell, CNCPS (Sniffen et al., 1992). A fração solúvel, prontamente disponível aos microorganismos ruminais, é classificada como fração A no NRC e é subdividida em duas frações no CNCPS, A para o nitrogênio não protéico e B1 para proteína verdadeira solúvel. As frações B do NRC e B2+B3 do CNCPS representam a proteína verdadeira potencialmente degradável. A subdivisão feita pelo CNCPS leva em conta a velocidade de degradação da fração no rúmen, sendo a B2 de média e a B3 de lenta degradação. Por fim, a fração C, tanto no NRC quanto no CNCPS, representa a porção da proteína indisponível ao animal.

É interessante destacar que também existem sistemas de fracionamento de carboidratos (Sniffen et al., 1992), visando adequar com o fracionamento proteico para maximizar síntese de proteína microbiana. Por outro lado, existem as proteínas não degradadas no rúmen (PNDR) que são muito importantes no fornecimento de aminoácidos específicos requeridos em maior quantidade, principalmente em vacas de alta produção de leite. Essa deficiência acontece devido à proteína microbiana sintetizada pode não suprir quantidades suficientes de aminoácidos para atender o requerimento de vacas leiteiras produzindo grandes quantidades de leite (Polan et al., 1991).

Portanto, fica claro a importância do correto balanceamento de proteínas (fontes de aminoácidos) na dieta para otimizar a eficiência de uso do N e minimizar desperdícios e dinheiro na propriedade. No entanto, a dinâmica de N no organismo animal ainda é complexa, por interagir fatores ainda pouco estudados, como *turnover* celular liberando N de origem endógena e reciclagem interna de N (Silva & Leão, 1979).

Mulligan et al. (2004) utilizaram vacas de alta produção em pastagens e observaram que suplementos com baixa concentração proteica foram mais eficientes na utilização do N dietético, diminuindo sua excreção no ambiente, sem alterar a produção de leite. Voltolini et al. (2010) avaliaram três doses de PB no concentrado de vacas mantidas em pastagens de capim elefante com 12% PB e não observaram respostas a teores maiores de 15,8% da matéria natural no concentrado.

Van Der Grinten et al. (1992) avaliaram a suplementação proteica em quatro sistemas de produção baseados em pastagens tropicais com a utilização de concentrados, e observaram que em todos os sistemas, as dietas apresentavam excesso de PB. Isto provavelmente vem ocorrendo em grande número de sistemas de produção de leite no Brasil que utilizam pastagens tropicais adubadas com doses altas de N e

vacas com produções médias entre 12 a 20 kg/dia. Em estudo conduzido por Paiva et al., (2013) com níveis crescente de proteína bruta (10, 12, 14 e 16 %) em dietas para vacas (holândes x Zebu) em lactação, os autores verificaram que o consumo de matéria seca e proteína bruta aumentaram linearmente com a inclusão de proteína na dieta. Mas em níveis acima de 14% de proteína da dieta, 100 gramas de proteínas foram excedidas as exigências nutricionais dos animais. Dessa forma, é necessário atentar ao teor proteico do pasto ao longo do ano, sobretudo em condições de aplicação de nitrogênio para que não haja excesso desse nutriente na dieta.

5. Consumo de matéria seca e digestibilidade

O consumo de alimento é fundamental para a nutrição, pois determina o nível de ingestão de nutrientes e, portanto, a resposta animal. As exigências fisiológicas e metabólicas do animal são os fatores reguladores da ingestão de alimentos, sendo controlados pelo sistema nervoso central (Van Soest, 1994). Normalmente, considera-se que o consumo é controlado por uma série de sinais de *feedback* negativo do trato digestivo, fígado e outros órgãos na resposta da presença dos nutrientes. Os animais memorizam as consequências metabólicas dos alimentos pelas propriedades sensoriais (aparência, sabor e textura) e podem então escolher alimentos preferidos ou evitar aqueles que já tiveram alguma experiência prévia (Maggioni et al., 2009).

Dentre os mecanismos que controlam o consumo, destacam-se os mecanismos físicos e químicos. Os físicos estão associados com a capacidade volumétrica do rúmen também conhecida como “enchimento ruminal”. Embora o rúmen tenha uma grande capacidade física, a lenta taxa de degradação e digestão das forragens em consequência dos seus altos conteúdos de FDN (Moreira et al., 2004) faz com que a capacidade do rúmen seja um fator limitante da ingestão (Minson, 1990). Mertens (1994) sugeriu que quando a ingestão de FDN é maior que 1,2 % de peso corporal (PC) ocorre limitação no consumo. Isto devido ao estiramento dos receptores na parede do rúmen que determina o envio de sinais ao cérebro via nervo vago (Leek & Harding, 1975). Desta forma, o valor nutritivo da forragem disponível tem grande influência na quantidade de forragem consumida pelos ruminantes. De acordo com Forbes (1995), a partir da década de 60, tornou-se claro a existência de uma relação positiva entre a digestibilidade da forragem consumida e o seu consumo diário em bovinos. Euclides et al. (2000) encontraram correlação positiva para o consumo voluntário da matéria seca e digestibilidade *in situ* da matéria seca e negativa com o conteúdo de FDN da dieta.

Os mecanismos químicos iniciam quando a concentração de ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato) no rúmen e no sistema portal aumentam ativando os receptores na parede do rúmen e hepáticos, respectivamente (Forbes, 1995). De acordo com Van Soest (1994), o propionato é mais eficiente que o acetato e butirato para cessar o consumo. Sendo assim, quando a digestibilidade e densidade energética da ração é elevada com o uso de concentrados proteicos energéticos, incrementos na concentração de ácido propiônico, precursor da glicose ocorrem, o que ativa o centro da saciedade por meio de receptores químicos presentes no rúmen, intestino delgado, fígado e cérebro, conseqüentemente, inibindo consumo. Entretanto, os resultados observados em experimentos com acetato, butirato e propionato não descartam a possibilidade de algum outro metabólito ser o agente regulatório ou que estes ácidos estimulam substâncias hormonais que afetam a ingestão, que são os peptídeos opióides (Maggioni et al., 2009).

O consumo de rações pelo animal pode ser expresso de diversas formas. Porém, parece haver um consenso em função da digestibilidade. Para dietas menos digestíveis o ideal é expressá-lo em porcentagem do peso corporal (% PC), pois, neste caso, a limitação do consumo é regulada por mecanismos físicos. Em dietas mais digestíveis, em que o consumo é limitado pela demanda fisiológica de energia (elevada concentração de ácidos de cadeia curta, principalmente propionato), a melhor forma de expressá-lo é com base no peso metabólico ($\text{g} / \text{kg}^{0,75}$ de PC).

6. Composição da proteína do leite e nitrogênio ureico no leite

O estudo da composição da proteína do leite envolve grande dinâmica dos processos metabólico das proteínas no rúmen e intestino delgado. O fato é que, após a degradação e digestão das proteínas, a unidade básica disponível para o animal são os aminoácidos livres e peptídeos que são absorvidas pelo epitélio intestinal para a corrente sanguínea. Isso é importante, pois a grande demanda de aminoácidos na glândula mamária corresponde aos aminoácidos extraídos do sangue (Clark et al., 1978).

Segundo Rogers et al. (1989), vacas de alta produção requerem grandes quantidades de aminoácidos, porém, os dados sobre a quantidade de aminoácidos absorvida no intestino delgado e que maximiza a produção de leite e de proteína no leite são limitados. É questionável quanto e quais são realmente as mudanças necessárias no perfil de aminoácidos da digesta duodenal, que podem ser reguladas pela suplementação

protéica (Kung et al., 1984). Apesar das poucas informações sobre os aminoácidos limitantes para ruminantes, a metionina parece ser o primeiro aminoácido limitante na síntese do leite (Buttery & Foulds, 1985), sendo também considerado aminoácido limitante para o crescimento microbiano e a fermentação ruminal (Kung et al., 1984).

A concentração de nitrogênio excretado que acessa a glândula mamária e concentra no leite é avaliado por meio do N-uréico no leite (NUL), que é uma das ferramentas que permitem avaliar a adequação proteica da dieta consumida pelas vacas. O nitrogênio da dieta, em excesso, é transformado em ureia no fígado e carregado pela corrente sanguínea até os rins, onde é filtrado e eliminado via urina ou reciclado via parede ruminal e saliva. Por ser uma micromolécula, facilmente e rapidamente passa para a glândula mamária altamente drenada pela corrente sanguínea (Gustafsson & Palmquist, 1993), fazendo com que elevados teores de NUL sejam indicativos de excesso de nitrogênio dietético, ou utilização ineficiente desse nutriente (Broderick & Huhtanen, 2007).

Assim, o correto balanceamento de fontes nitrogenadas em adequação com a energia nas dietas pode ser monitorado pelo NUL (Broderick & Clayton, 1997) e melhorar a eficiência de uso do N (Jonker et al., 1998). Estudos permitem inferir que existe uma relação entre a maior concentração de NUL, maior é a presença de N sendo excretado pela glândula urinária (Broderick & Huhtanen, 2007; Jonker et al., 1988) ou seja, maior contaminação do meio ambiente e maiores perdas de capital investido (Mulligan et al., 2004).

Várias pesquisas foram desenvolvidas visando obter indicadores ideais para o NUL, sendo estes na ordem de 8,5 a 16 mg dL⁻¹ (Oltner & Wiktorsson, 1983; Jonker et al., 1988; Kohn et al., 2002). No entanto, variações podem ocorrer em função de fatores como teor de proteína bruta na dieta.

7. Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana

A proteína presente na dieta é o componente que mais onera os custos de produção, portanto, o uso eficiente desse ingrediente é o fator primordial sobre os custos dos alimentos. Com isso, a avaliação do balanço de nitrogênio no animal permite a obtenção de informações a respeito da nutrição proteica dos ruminantes, o que pode ser importante para evitar prejuízos produtivos, reprodutivos e ambientais, decorrentes do

fornecimento de quantidades excessivas de proteína ou da inadequada sincronia energia:proteína no rúmen (Pessoa et al., 2009).

Silva & Leão, (1979) mencionaram que diversas são as origens dos compostos nitrogenados que chegam ao rúmen, sendo a dieta uma fonte de proteína verdadeira, aminoácidos, peptídeos, ácidos nucleicos e nitrogênio não-proteico (NNP). A proteína de origem celular microbiana representa a maior fonte de aminoácidos para o animal e o N endógeno que é proveniente da reciclagem da ureia, da descamação do epitélio, da lise de células microbianas.

Dentre as fontes mencionadas, o suprimento de aminoácidos a partir da proteína microbiana é essencial para o metabolismo proteico dos ruminantes, uma vez que a maior parte dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado é oriunda da proteína microbiana (Aguiar et al., 2015). A eficiência de produção microbiana e o fluxo microbiano são fatores determinantes da quantidade de proteína microbiana que alcança o intestino delgado. De acordo com o NRC (2001), as proteínas sintetizadas pelos microrganismos ruminais possuem excelente perfil aminoacídico e composição pouco variável. Dessa forma, o estudo dos mecanismos de síntese proteica microbiana e dos fatores relacionados é de grande importância (Pessoa et al., 2009).

Para Souza (2015) tem crescido a utilização de metabólicos como indicadores de adequação de energia e proteína no rúmen, visando aumentar a eficiência do uso de nutrientes e entender melhor a resposta metabólica dos ruminantes, frente às dietas. Sendo, os teores de ureia no soro, na urina e no leite (vacas leiteiras) os mais importantes indicadores metabólicos (Lucci, 1997).

A ureia formada no fígado a partir da amônia no epitélio ruminal é a principal forma de eliminação do nitrogênio da dieta (Van der Walt, 1993). Esse processo ocorre devido à velocidade de produção de amônia pelos microrganismos não ser acompanhada pela velocidade de utilização pelo mesmo para degradação e digestão dos carboidratos, o que aumentam a excreção de compostos nitrogenados e a perda de proteína da dieta (Morrison & Mackie, 1996; Huntington & Archibeque, 1999).

Assim, pesquisas como as de Roseler et al., (1993) e Hof et al., (1997), indicaram que o N-uréico do plasma e do leite são bons indicadores do equilíbrio ruminal entre N e energia para indicar o estado nutricional proteico e a eficiência de utilização de N.

De acordo com Menezes et al. (2006), a excreção de ureia pela urina e pelo leite também podem ser influenciadas quando níveis de N estão acima dos valores basais, o

que pode resultar em perdas de proteína dietética, tendo uma correlação entre a excreção de ureia e as concentrações plasmáticas da mesma.

A quantidade e a qualidade do perfil aminoacídico, principalmente de origem microbiana disponível e absorvido no intestino delgado em bovinos, podem limitar o potencial produtivo do animal leiteiro (Nousiainen et al., 2004). Quando os animais são confinados, tem-se maior controle dos ingredientes utilizados nas dietas, todavia, quando em pastejo, é difícil o ajuste da ingestão de proteína e energia, devido à seleção da dieta pelo animal e, muitas vezes os alimentos analisados não são completamente representativos dos alimentos realmente consumidos (Souza, 2015).

Sendo assim, buscar estratégias de maximização da produção e assimilação da proteína microbiana pelo animal é uma forma de reduzir a limitação de aminoácidos essenciais. O perfil de aminoácidos da proteína de origem microbiana é a mais equilibrada quando comparado com outras fontes de proteína comumente utilizadas na alimentação de bovinos leiteiros. Assim, é fundamental estimar de forma acurada a síntese de proteína microbiana ruminal. Moscardini et al. (1998) afirmam que a alimentação altera a produção de proteína microbiana, afetando a quantidade e a qualidade da proteína que chega ao intestino delgado.

Segundo Aguiar et al. (2015); Gonçalves et al. (2014) e Imaizumi et al. (2010), a quantificação da síntese de proteína de origem microbiana é um dos aspectos de maior interesse em pesquisas com alimentação proteica para ruminantes. Pois a proteína microbiana pode atender em média 59% da proteína disponível para digestão e absorção no intestino (Clark et al., 1992).

Dentre os métodos (i.e. marcadores externos) para estimar a quantidade de proteína microbiana sintetizada no rúmen, os mais utilizados baseiam-se no uso de marcadores internos como os derivados de purinas (DP) e ácido 2,6 diaminopimélico (DAPA). Os derivados de purinas se destacam por ser de menor custo e por ser uma técnica não invasiva ao animal (Rennó et al., 2008).

De acordo com Fujihara et al. (1987), primeiramente, em 1962, Blaxter & Martin e, em 1965, Topps & Eliot, propuseram o uso da excreção de DP como marcador metabólico da síntese microbiana, no entanto ajustes recentes (Mayes et al., 1995) foram feitos para o estabelecimento de um método relacionando com a excreção de DP e a produção microbiana.

Alantoína, ácido úrico, hipoxantina, xantina coletivamente referidos como DP são produtos do catabolismo das purinas excretadas na urina de ruminantes, sendo que, os dois primeiros representam 98%, enquanto que, os dois últimos apenas 2% (Perez et

al., 1996). Os DP originam-se de duas fontes, as purinas absorvidas no intestino delgado e as endógenas, ou seja, liberadas do metabolismo dos ácidos nucleicos (Chen & Gomes, 1992).

De acordo com Oliveira et al. (2001), o método de excreção de DP assume que o fluxo duodenal de ácidos nucleicos é essencialmente de origem microbiana. E após digestão intestinal dos nucleotídeos de purinas, as bases adenina e guanina são catabolizadas e excretadas proporcionalmente na urina como DP (Perez et al., 1996). Em estudos com bovinos, a quantificação na urina de alantoína e ácido úrico tem maior representatividade, devido à grande atividade de xantina oxidase no sangue e nos tecidos, que converte xantina e hipoxantina a ácido úrico antes da excreção (Chen & Gomes, 1992). Ainda segundo os autores (Chen & Gomes, 1992), a excreção de DP está diretamente relacionada com a absorção de purinas e, conhecendo-se a relação N purina/N total na massa microbiana, a absorção de N microbiano pode ser calculada a partir da quantidade de purina absorvida, que é estimada a partir da excreção urinária de DP.

Todavia, Mayes et al. (1995) mencionaram que alguns parâmetros usados nos modelos não foram ainda definidos ou confirmados, entre eles, a recuperação de purinas absorvidas e a relação N purina/N total (NP/NT) nos microrganismos ruminais. Entretanto, há considerável interesse em se utilizarem concentrações de DP e outros catabólitos nitrogenados no leite e na urina como indicadores do fluxo intestinal de proteína microbiana e da utilização dos compostos nitrogenados dietéticos (Susmel et al., 1994).

Chen et al. (1995) observaram baixa correlação entre a concentração plasmática de DP e a excreção urinária diária de DP em ovinos e Gonda & Lindberg (1997) concluíram que a avaliação apenas da excreção de alantoína no leite não seria indicador confiável do fluxo de proteína microbiana para o duodeno em vacas lactantes. Por outro lado, a partir de dez experimentos em que foram utilizadas vacas em lactação, Timmermans JR. et al. (2000) observaram relação positiva entre o fluxo de N microbiano e a excreção de alantoína no leite.

Resultados de pesquisas evidenciaram correlações entre a excreção de creatinina em função do peso corporal dos animais (Orskov & McLeod, 1982; Susmel et al., 1994; Vagnoni et al., 1997; Valadares et al., 1997a; Valadares et al., 1999; e Rennó, 1999). Assim, segundo Valadares et al. (1997), é possível simplificar a coleta de urina utilizando-se a excreção de creatinina na urina como indicador da produção urinária, uma vez que essa excreção é relativamente constante em função do peso corporal pelo

fato de ser pouco ou não afetada por fatores dietéticos (Chen et al., 1995). Assim, se coletada uma única amostra de urina, denominada amostra *spot*, e determinada a concentração de creatinina, a excreção de compostos urinários como a ureia e os derivados de purinas (DP) pode ser estimada, facilitando a obtenção de dados experimentais e possibilitando a utilização dessa técnica a campo (Aguiar et al., 2015).

8. Comportamento ingestivo

O estudo do comportamento ingestivo é uma ferramenta altamente relevante para avaliar dietas e tomar decisões de manejo que maximize o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais. Diariamente, as atividades comportamentais são caracterizadas de três tipos básicos: alimentação, ruminação e ócio, e a sua duração e distribuição pode ser afetada pela dieta, manejo, condições climáticas e atividades dos animais no rebanho (Fischer et al., 1997).

De acordo com Carvalho & Moraes (2005), o animal transmite sinais, via comportamento ingestivo, sobre a abundância e qualidade de seu ambiente pastoril que, se utilizado para ponderar ações de manejo, pode se tornar uma importante ferramenta de gestão do animal no pasto. Assim, os benefícios relacionados ao conhecimento do comportamento ingestivo dos animais se estende sobre a tomada de decisões quanto à implantação e dimensionamento de estruturas como bebedouros, saleiros e cercas, visando melhor conforto e bem estar dos animais (Albright, 1993).

Como outras espécies, os ruminantes procuram manter o consumo de alimentos de acordo com suas necessidades nutricionais e ajustam o comportamento ingestivo em resposta às mudanças do meio, dividindo o tempo entre atividades de pastejo, ruminação, interações sociais e ócio (Hodgson, 1985). Essas variáveis são comumente avaliadas em estudos sobre o comportamento ingestivo. O clássico modelo conceitual de ingestão de forragem por animais em pastejo (Allden & Whittaker, 1970) previa que o consumo diário seria o produto do tempo de pastejo e a taxa de ingestão. Mais recentemente, Rook (2000) aperfeiçoou esse conceito ao propor a distinção do tempo em pastejo a partir da duração das refeições e do número dessas refeições ao longo do dia.

O tempo de pastejo de vacas lactantes na literatura apresentam uma grande variação, Zanine et al. (2009) e Mendes et al. (2013), encontraram variação no tempo de pastejo em *Brachiária Brizantha* de mínimo de 9,36 horas e máximo de 11,40 horas (Souza, 2015). Já a atividade de ruminação, que é o ato do retorno da digestão para a

boca para diminuição de partícula e insalivação, em animais adultos varia de 3,7 a 8,72 horas e com média de 7,98 horas por dia (Meneses et al., 2014). Esse comportamento é influenciado pela quantidade de fibra em detergente neutro da dieta, sendo proporcional, quanto maior a quantidade, maior o tempo despendido para a ruminação, principalmente se a fonte da fibra for de volumoso (Van Soest, 1994). Entretanto, Welch & Hooper (1982) afirmaram que o aumento de fibra indigestível não incrementa a ruminação, sendo tempo máximo da atividade de ruminação de 9 horas/dia, dividido em 15 a 20 períodos (Van Soest, 1994).

Já o ócio é o período em que o animal não está se alimentando no pasto e cocho ou ruminando e perfazem cerca de 10 horas (Albright, 1993), com variações entre 9 e 12 horas por dia (Phillips & Rind, 2001).

O tempo de alimentação no cocho é representado pelo tempo despendido pelo animal no consumo de algum tipo de suplemento. Meneses et al., (2014) verificaram que quando se aumentou a densidade energética da dieta, via suplementação, os animais permaneceram mais tempo no cocho, assim, reduzindo as atividades de pastejo e ruminação.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUGHAZALEH, A. A.; HOLMES, D. Diet supplementation with fish oil and sunflower oil to increase conjugated linoleic acid levels in milk fat of partially grazing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.2897-2904, 2007.

AGUIAR, M. S. M. A.; SILVA, F.F.; DONATO, S.L.R.; SCHIO, A.R.; SOUZA, D.D.; MENESES, M.A.; LEDO, A.A. Síntese de proteína microbiana e concentração de ureia em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira *Opuntia*. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 36, p. 999-1012, 2015.

ALBRIGHT, J.L. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p.485-498, 1993.

ALEXANDER, J.; ANDERSSON, H. C.; BERNHOFT, A.; BRIMER, L.; COTTRILL, B.; FINK-GREMMELS, J.; JAROSZEWSKI, J.; SOERENSEN, H. Ricin (from *Ricinus communis*) as undesirable substances in animal feed: scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. **European Food Safety Authority (EFSA) Journal**, v. 726, p. 1-38, 2008.

ALLDEN, W.G.; WHITTAKER, A.M. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Australian Journal Agricultural Research**, v.21, p.755, 1970.

ALMEIDA FILHO, S.H.C. **Fontes alternativas de compostos nitrogenados na alimentação de vacas F1(H/Z) em lactação**. 2014. 105 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2014.

ALVES, M. O.; SOBRINHO, J. N.; CARVALHO, J. M. M. **Possibilidades da mamona como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel no Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 42 p. (Documentos do ETENE, 1).

ANANDAN, S.; ANIL-KUMAR, G. K.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K. S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, v.120, p.159-168, 2005.

ARAÚJO, S.A.C.; DEMINICIS, B.B.; CAMPOS, P.R.S.S. Melhoramento genético de plantas forrageiras tropicais no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v.57, p.61-76, 2008.

ARIELI, A. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.72, p.97-110, 1998.

ARMENTANO, L.E., SWAIN, S.M., DUCHARME, G.A. Lactation response to rumen-protected methionine and lysine at two amounts of ruminally available nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.2963-69, 1993.

ASSIS JÚNIOR, E. M.; FERNANDES, I. M. S.; SANTOS, C. S.; MESQUITA, L. X.; PEREIRA, R. A.; MARACAJÁ, P. B.; SOTO-BLANCO, B. Toxicity of castor bean (*Ricinus communis*) pollen to honey bees. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 141, p. 221-223, 2011.

BALIGA, B.P. **The chemical properties and biological significance of gossypol protein complexes**. 1956. 81 f. Thesis (Ph. D. in Biochemistry and Nutrition) – Texas A & M University, College Station, 1956.

BAMPIDIS, V.A.; ROBINSON, P.H. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v.128, n.1, p. 175–217, 2006.

BANDEIRA, D. A.; CARTAXO, W. V.; BELTRÃO, N. E. M. Resíduos industriais da mamona como fonte alternativa na alimentação animal. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 1., 2004, Campina Grande. Energia e sustentabilidade - **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004.

BARBOSA, G.S.S.C.; SAMPAIO, I.B.M.; GONÇALVES, L.C. Fatores que afetam os valores de degradabilidade in situ da matéria seca de forrageiras tropicais: I. Dieta basal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.50, p.731-735, 1998.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C. Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância do seu cultivo no Brasil. **Fibras e Óleos**, v.31, p. 7, 1999.

BELTRÃO, N. E. M. Algodão como alternativa energética. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: AMIPA, 2007. 1 CD-ROM.

BELTRÃO, N.E.M.; ARAÚJO, A.E. **Algodão, O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Algodão. Brasília, DF, 1994, 271p.

BENBOUZA, H.; LOGNAY, P.; BAUDOIN, M. Crop ecology, management e quality: development of a visual method to quantify the gossypol content in cottonseeds. **Crop Science**, v.42, p.1937-1942, 2002.

BERAN, F.H.B.; SILVA, L.D.F.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A.; EZEQUIEL, J.M.B.; CORREA, R.A.; CASTRO, V.S.; SILVA, K.C.F. Avaliação da digestibilidade de nutrientes, em bovinos, de alguns alimentos concentrados pela técnica de três estádios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p.130-137, 2007.

BOATNER, C. The pigments of cottonseed. **Oil & Soap**, v. 21, p.10-15, 1944.

BRASIL. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Biodiesel: introdução. Brasília, DF, 2010a. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=17680&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1273356739984>>. Acesso em: 12 Julho. 2016.

BRASIL. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília, DF, 2010. Safras – Grãos: safra algodão 2010/2011. 2010b. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Acesso em: 12 Julho. 2016.

BRASIL. **Instrução Normativa** n. 516, de 22 de fevereiro de 2005. Estabelece condições para o registro de produtor e importadores biodiesel e regime especial de apuração e pagamento dos tributos federais PIS/PASEP e COFINS. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 628, 2 fev. 2006.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia**. Programa nacional de produção e uso de biodiesel. Brasília, DF, 2004. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel>>. Acesso em: 12 de Julho. 2016.

BRASIL. **Resolução CNPE n. 6, de 16 de setembro de 2009**. Estabelece em cinco por cento, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, de acordo com o disposto no art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 26 out. 2009. Seção 1, p. 11.

BRASIL. **Resolução n 2, de 13 de março de 2008**. Estabelece em três por cento, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, nos termos do art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 13 mar. 2008. Seção 1, p. 10.

BRODERICK, G.; HUHTANEN, P. Application of milk urea nitrogen values. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 2007. **Syracuse Proceedings...** Syracuse, 2007. p. 185-193.

BRODERICK, G.A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p.1370–1381. 2003.

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2964-2971, 1997.

BRODERICK, G.A.; FACIOLA, A.P.; ARMENTANO, L.E. Replacing dietary soybean meal with canola meal improves production and efficiency of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.98, n. 8, p.5672-87, 2015.

BUTTERY, P.J., FOULDS, A.N. 1985. Amino acid requirements of ruminants. In: HARESING, W. (Ed.) **Recent advances in animal nutrition**. London: Butterworths. p.261.

CARRUTH, F.E. Stability of bound gossypol to digestion. **The Journal of the American Oil Chemist's Society**, v. 24, p. 58-59, 1947.

CARVALHO, P.C.F.; KOZLOSKI, G.V.; RIBEIRO FILHO, H.M.N. REFFATTI, M.V.; GENRO, T.C.M.; EUCLIDES, V.P.B. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.151-170, 2007.

CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: MANEJO SUSTENTÁVEL EM PASTAGEM, 1., 2005, Maringá. **Anais...** Maringá, 2005. (CD-ROM).

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 335-342, 2008.

CASTRO, C., CASTIGLIONI, V. B. R., BALLA, A. **A cultura do girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1997. 36 p.

CHEN, X.B., GOMES, M.J. 1992. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of technical details**. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (Occasional publication), 21p.

CHEN, X.B., MEJIA, A.T., KYLE, D.J., ORSKOV, E.R. Evaluation of the use of purine derivative: creatinine ratio in spot urine and plasma samples as an index of microbial protein supply in ruminants: studies in sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.125, p.137-143, 1995.

CHIARADIA, J.J. **Avaliação agronômica e fluxo de gases do efeito estufa a partir do solo tratado com resíduos e cultivado com mamona (*Ricinus communis* L.) em área de reforma de canavial**. 2005. 108 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

CLARK, E.P. Studies on gossypol: IV. Apogossypol. **The Journal of Biological Chemistry**, v.78, p.159-166, 1928a.

CLARK, E.P. The determination of gossypol structure. **The Journal of Biological Chemistry**, v.5, p. 273-277, 1928b.

CLARK, J.H., KLUSMEYER, T.H., CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1992.

CLARK, J.H., SPIRES, H.R., DAVIS, C.L. Uptake and metabolism of nitrogenous components by the lactating mammary gland. **Federation Proceedings**, v.37, p.1233-42, 1978.

Companhia Nacional de Abastecimento. CONAB. boletim_graos_janeiro_2016. Disponível <
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_boletim_graos_janeiro_2016.pdf>. Acesso em 12 de Junho de 2016.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra agrícola do ano de 2015/2016**. 2016. www.conab.gov.br .

COOK, D. L.; DAVID, J.; GRIFFITHS, G. D. Retrospective identification of ricin in animal tissues following administration by pulmonary and oral routes. **Toxicology**, v. 223, p. 61-70, 2006.

CORSI, M.; MARTHA Jr., G.B. Manejo de pastagens para produção de carne e leite. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.55-83.

D'ÁRCE, M. A. B. R. **Grãos e óleos vegetais: matérias-primas**. ESALQ/USP. Setor de Açúcar e Alcool, 2005, 18p.

DEBLITZ, C.O.B. - **La Competitividad en producción Lechera de los Países de Chile, Argentina, Uruguay y Brasil**. Livestock Policy Discussion. Paper 4 -2001; <http://www.fao.org> em 26/09/2008, página mantida pela ©Copyright, 2008.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S.; GONÇALVES, L.C.; VALADARES, R.F.D. Níveis de Proteína em Suplementos para Terminação de Bovinos em Pastejo Durante o Período de Transição Seca/Águas: Digestibilidade Aparente e Parâmetros do Metabolismo Ruminal e dos Compostos Nitrogenados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1380-1391. 2005.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; CAMPOS FILHO, S.V. Otimização do uso de recursos forrageiros basais: otimização do uso recursos basais de baixa qualidade. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., 2010, Viçosa, **Anais...**Viçosa, MG: UFV, 2010.p.191-240.

DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BATISTA, E.D.; HUHTANEN, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. *Livestock Science*, v.162, n.1, p.141–153, 2014.

DÖBEREINER, J.; TOKARNIA, C.H.; CANELLA, C.F.C. Experimental poisoning of cattle by the pericarp of the fruit of *Ricinus communis*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.1, p.9597, 1981.

DOMINGUES, A. R.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A.; CASTRO, V. S.; BARBOSA, M. A. A. F.; MORI, R. M.; VIEIRA, M. T. L.; SILVA, J. A. O. Consumo, parâmetros ruminais e concentração de ureia plasmática em novilhos alimentados com diferentes níveis de torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p. 1059-1070, 2010.

DUTILLEUL, P. Incorporating scale in study design: data analysis. In: PETERSON, D.L.; PARKER, V.T. (Eds.). **Ecological Scale: theory and application**. New York: Columbia University Press, 1997. p.1-77.

EUCLIDES, V.P.B.; CARDOSO, E.G.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.2200-2208, 2000.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY - EFSA. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on ricin (from *Ricinus communis*) as undesirable substances in animal feed. **The EFSA Journal**, Parma, v. 726, p. 1-38, 2008.

FALDET, M.A.; VOSS, V.L.; BRODERICK, G.A.; SALLER, L.D. Chemical, in vitro, and in situ evaluation of heat-treated soybean protein. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 2548-2554, 1991.

FISCHER, V. DUTILLEUL, P.; DESWYSEN, A.G.; DÈSPRES, L.; LOBATO, J.F.P. Aplicação de probabilidades de transição de estado dependentes do tempo na análise quantitativa do comportamento ingestivo de ovinos. Parte I. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1811-1820, 2000.

FORBES, J.M. **Physiological and metabolic aspects of feed intake control**. IN: MELLO, J.P.F. (Ed) Farm animal metabolism and nutrition. Cabi Publishing, 2000.

FUJIHARA, T., ORSKOV, E.R., REEDS, P.J.; KYLE, D.J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agriculture Science**, v.109, p.7-12, 1978.

GARCIA, J. A. S.; VIEIRA, P.F.; CECON, P.R.; MELO, G.M.P.; MARTINS, A.S.; SETTI, M.C. Digestibilidade aparente do farelo de girassol na alimentação e bovinos leiteiros em fase de crescimento. **Ciência Animal Brasileira**, v.5, p. 123-129, 2004.

GARCIA-GONZALEZ, J.J.; BARTOLOMÉ-ZAVALA, B.; DEL MAR TRIGO-PÉREZ, M.; BARCELÓ- MUÑOZ, J. M.; FERNÁNDEZ-MELÉNDEZ, S.; NEGRO-CARRASCO, M. A.; CARMONA-BUENO, M. J.; VEGA-CHICOTE, J. M.; MUÑOZ-ROMÁN, C.; PALACIOS-PELÁEZ, R.; CABEZUDO-ARTERO, B.; MARTÍNEZ-QUESADA, J. Pollinosis to *Ricinus communis* (castor bean): an aerobiological, clinical and immunochemical study. **Clinical and Experimental Allergy**, v. 29, p. 1265-1275, 1999.

GIESECKE, D., EHRENTREICH, L., STANGASSINGER, M. Mammary and renal excretion of purine metabolites in relation to energy intake and milk yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2376-2381. 1994.

GOES, R.H.T.B.; SOUZA, K.A.; NOGUEIRA, K.A.G.; PEREIRA, D.F.; OLIVEIRA, E.R.; BRABES, K.C.S. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta, e tempo de colonização microbiana de oleaginosas, utilizadas na alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.33, p. 373-378, 2011

GONÇALVES, G.S.; PEDREIRA, M.S.; AZEVEDO, J.A.G.; REI, A.G.D.; SILVA, H.G.O.; SILVA, F.F. Replacement of soybean meal by conventional and coated urea in dairy cows: intake, digestibility, production and composition of milk. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, p. 71-78, 2014.

GONDA, H.L., LINDBERG, J.E. Effect of diet on milk allantoin and its relationship with urinary allantoin in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.364-373, 1997.

GUIMARÃES, A.V. **Desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com farelo de mamona e valor energético do farelo e torta de mamona**. 2010. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

GUSTAFSSON, A.H.; PALMQUIST D.L. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, p.475-484, 1993.

HARPER, H.A.; RODWELL, V.W.; MAYES, P.A. **Manual de química fisiológica**. 5.ed. São Paulo: Atheneu, 1982. 736p.

HEMERLY, F.X. **Mamona: comportamento e tendências no Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA CNPA, 1989. 69 p. (Documentos, 2).

HODGSON, J. The control of herbage intake in the grazing ruminant. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.44, p.339-346, 1985.

HOF, G.; VERVOORN, M.D.; LENAERS, P.J. Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.3333-40, 1997.

HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999, Raleigh. **Proceedings...** Raleigh: American Society of Animal Science, 1999. p.1-11.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Pecuária Municipal-Indicadores- Estatística da Produção Pecuária. Rio de Janeiro. 2016. p.1-47.

IMAIZUMI, H.; SANTOS, F.A.P.; BITTAR, C.M.M. Diet crude protein content and sources for lactating dairy cattle **Science Agricola**, v.67, p.16-22, 2010.

JENKINS, F.P. Allergenic and toxic components of castor bean meal: review of the literature and studies of the inactivation of these components. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 14, p. 773-778, 1963.

JIA, L.; COWARD, L.C.; KERSTNER-WOOD, C.D.; CORK, R.L.; GORMAN, G.S.; NOKER, P.E.; KITADA, S.; PELLECCIA, M.; REED, J.C. Comparison of pharmacokinetic and metabolic profiling among gossypol, apogossypol and apogossypol hexaacetate. **Cancer Chemotherapy and Pharmacology**, v.1, p. 63-73, 2008.

JONKER J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p.2681-2692, 1998.

KOHN, R.A.; KALSCHUR, K.F.; RUSSEK-COHEN, E. Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and expected milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p.227- 233, 2002.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: UFSM, 2002. 140 p.

KUNG, L.; HUBBER, J.T.; BERGEN, W.G.; PETITCLERC, D. Amino acids in plasma and duodenal digesta and plasma growth hormone in cows fed varying amounts of protein of differing degradability. **Journal of Dairy Science**, v.67, p. 2519-24, 1984.

LEEK, B.F.; HARDING, R.H. Sensory nervous receptors in the ruminant stomach and the reflex control of reticulo-ruminal motility. IN: McDONALD, I.W. e WANER, A.C.I. (eds) Digestion and metabolism in the ruminant. England Publishing Units, 1975.

LIMA, H.L.; GOES, R.H.T.B.; OLIVEIRA, E.R.; GRESSLER, M.G.M.; BRABES, K.C.S. GABRIEL, A.M.A. Nitrogenous compounds balance and microbial protein synthesis in steers supplemented with sunflower crushed in partial replacement of soybean meal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, p. 281-288, 2013.

LINDSEY, T.O.; HAWKINS, G.E.; GUTHRIE, L.D. Physiological responses to lactating cows to gossypol from cottonseed meal rations. **Journal of Dairy Science**, v.63, p. 562-573, 1980.

LORD, J.M.; SPOONER, R.A. Ricin trafficking in plant and mammalian cells. **Toxins**, v. 3, p. 787- 801, 2011.

- LUCCI, C.S. **Nutrição e manejo de bovinos leiteiros**. São Paulo. Manole. 1997 169p.
- MAGGIONI, D.; MARQUES, J.A.; ROTTA, P.P.; ZAWADZKI, F.; ITO, R.H.; PRADO, I.N. Ingestão de alimentos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, p. 963-974, 2009.
- MANDARINO, J.M.G. Características bioquímicas e nutricionais do óleo e do farelo de girassol. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1992. 25p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 52).
- MAYES, R.W., DOVE, H., CHEN, X.B. Advances in the use of faecal and urinary markers for measuring diet composition, herbage intake and nutrient utilization in herbivores. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF THE NUTRITION OF HERBIVORES, 4, 1995, Paris. **Proceedings...** Paris: INRA, 1995. p.381-406.
- MENA, H.; SANTOS, J.E.; HUBER, J.T.; SIMAS, J.M.; TARAZON, M.; CALHOUN, M.C. The Effects of Feeding Varying Amounts of Gossypol from Whole Cottonseed and Cottonseed Meal in Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.10, p. 2231-2239, 2001.
- MENDES, F.B.L.; SILVA, F.F.; SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; CARDOSO, E.O.; ROCHA NETO, A.L.; OLIVEIRA, J.S.; COSTA, L.T.; SANTANA JÚNIOR, H.A.; PINHEIRO, A.A. Avaliação do comportamento ingestivo de vacas leiteiras em pastejo de *Brachiaria brizantha* recebendo diferentes teores de concentrado na dieta. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 2977-2990, 2013.
- MENDONÇA, F.C.; SANTOS, P.M.; CAVALCANTE, A.C.R. Irrigação de pastagens. In: PIRES, A.V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010. p.473-508.
- MENESES, M.A.; SILVA, F.F.; SCHIO, A.R.; SILVA, R.R.; SOUZA, D.D.; PORTO JUNIOR, A.F. Feeding behavior of dairy cows in feedlot and fed on crude glycerin levels in the diet. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, p.171-176, 2014.
- MENEZES, D. R.; ARAÚJO, G. G. L.; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; SILVA, T. M.; SANTOS, A. P. Balanço de nitrogênio e medida do teor de ureia no soro e na urina como monitores metabólicos de dietas contendo resíduo de uva de vitivinícolas para ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 7, p. 169-175, 2006.
- MERTENS, D.R. **Regulation of forage intake**. IN: FAHEY JR., G.C. (Ed) Forage quality evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy/Crop Science. Society of America/soil science society of America. 1994.
- MEZZALIRA, J.C. **O manejo do pastejo em ambientes pastoris heterogêneos: comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem**. 2009. 159f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MEZZALIRA, J.C.; CARVAÇLHO, P.C.F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; REFFATTI, M.V.; POLI, C.H.E.C.; TRINDADE J.K. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, p.1114-1120, 2011.

MILANI, M. **Descritores de mamona utilizados pela Embrapa algodão**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 39 p. (Documentos, 192).

MINSON, D.J.; MILFORD, R. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature pangola grass. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.7, p.545–551, 1967.

MONÇÃO, F.P.; OLIVEIRA, E.R.; GABRIEL, A.M.A.; NASCIMENTO, F.A.; PEDROSO, F.W.; FREITAS, L.L. Nutritional parameters of leaf blade from different tropical forages. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.15, n.2, p.185-193, 2016.

MONÇÃO, F.P.; OLIVEIRA, E.R.; GABRIEL, A.M.A.; SOUZA, R.; MOURA, L.V.; LEMPP, B.; SANTOS, M.V. Degradabilidade ruminal de diferentes gramíneas do gênero *Cynodon* spp. em quatro idades de corte. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.2, p.301-307, 2014.

MOREIRA, F.B.; PRADO, I.N; CECATO U.; WADA, F.Y.; MIZUBUTI, I.Y. Forage evaluation, chemical composition, and in vitro digestibility of continuously grazed star grass. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, p.239-249, 2004.

MOREIRA, J.F.C.; RODRIGUEZ, N.M.; FERNANDES, P.C.C. Concentrados proteicos para bovinos. 1. Digestibilidade in situ da matéria seca e da proteína bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, p.315-323, 2003.

MORRISON, M.; MACKIE. R.I. Nitrogen metabolism by ruminal microorganisms: current understanding and future perspectives. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.47, p.227-246, 1996.

MOSCARDINI, S., WRIGHT, T.C., LUIMES, P.H. Effects of rumen-undegradable protein and feed intake on purine derivate and urea nitrogen: comparison with predictions from the Cornell Net Carbohydrate and protein system. **Journal of Dairy Science**, v.8, p. 2421-2329, 1998.

MOSHKIN, V. A. **Castor**. New Delhi: Amerind Publishing, 1986. 315p.

MULLER, L.D.; FALLES, S.L. Supplementation of cool-season grass pastures for dairy cattle. Page 335 In: J. H. CHERNEY AND D. J. R. CHERNEY, eds. **Grass for dairy cattle**. CAB International, Oxon, UK. 1998, p. 335.

MULLIGAN, F.J., DILLON, P. CALLAN, J.J., RATH, M.; O'MARA, F.P. Supplementary Concentrates Type Affects Nitrogen Excretion of Grazing Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.3451-3460, 2004.

MUSSHOFF, F.; MADEA, B. Ricin poisoning and forensic toxicology. *Drug Testing Analysis*, **Chichester**, v.1, p. 184-191, 2009.

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

NOUSIAINEN J., SHINGFIELD K.J., HUHTANEN P.: Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **Journal of Dairy Science**, v.87, p. 386–398. 2004.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE. NRC. 7.ed. Washington, DC.: National Academy of Sciences, 2001.

OCDE-FAO – Organização das nações unidas. Perspectivas Agrícolas 2015-2024. Perspectivas Agrícolas no Brasil: desafios da agricultura brasileira 2015-2024. Disponível em www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf. Acesso em 26/04/2017.

OECD. **Consensus document on compositional considerations for new varieties of cotton (*Gossypium hirsutum* and *Gossypium barbadense*): key food and feed nutrients and anti-nutrients**. Paris, 2009. (Series on the Safety of Novel Foods and Feeds, 11).

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; RENNÓ, L.N.; QUEIROZ, A.C.; CHIZZOTTI, M.L. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de ureia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1621-1629, 2001.

OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.P.; GABRIEL, A.M.A.; SANTOS, R.A.; MOURA, L.V.; SANTOS, M.V.; SILVA, L.V.M. Valor nutricional dos resíduos industriais da guariroba (*Syagrus oleracea*) para ruminantes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, p.334-339, 2015.

OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.P.; GABRIEL, A.M.A.; GÓES, R.H.T.B.; LEMPP, B.; MOURA, L.V. Ruminal degradability of neutral detergent fiber of *Cynodon* spp. grasses at four regrowth ages. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, n. 2, p. 201-208, 2014.

OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.P.; GABRIEL, A.M.A.; SILVA, L.H.X.; CARBONARI, V.M.S.; PEDROSO, F.W.; PEREIRA, T.L.; NASCIMENTO, F.A. Valor nutricional do colmo de gramíneas tropicais. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.15, n.3, p. 256-264, 2016.

OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.P.; GÓES, R.H.T.B.; GABRIEL, A.G.A.; LEMPP, B.; MORAIS, M.G.; FREITAS, L.L.; PEDROSO, F.W. Digestibilidade in vitro de gramíneas *Cynodon* spp avaliadas em quatro idades de rebrota. **Revista Agrarian**, v.7, n.23, p.147-156, 2014a.

OLIVEIRA, M.D.S.; CÁRCERE, D.R. **Girassol na alimentação de bovinos**. Jaboticabal: Funep, 2005.

OLTNER, R.; WIKTORSSON, H. Urea concentrations in milk and blood as influenced by feeding varying amounts of protein and energy to dairy cows. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.10, p.457-467, 1983.

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

ORSKOV, E.R.; MACLEOD, N.A. The determination of the minimal nitrogen excretion in steers and dairy cows and its physiological and practical implications. **British Journal of Nutrition**, v.47, p.625-636, 1982.

PAIVA, V.R.; LANA, R.P.; OLIVEIRA, A.S.; LEÃO, M.I.; TEIXEIRA, R.M.A. Teores proteicos em dietas para vacas Holandesas leiteiras em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, p.1183-1191, 2013.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. **Metabolismo de lipídeos**. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G., eds. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 287-310.

PAPAS, A.M., SNIFFEN, C.J., MUSCATO, T.V. 1984. Effectiveness of rumen-protected methionine for delivering methionine posttruminally and ruminally in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.545-52, 1984.

PEIXOTO, C. P.; LIMA, J. F. Mamona: situação atual e perspectivas na Bahia. **Revista Bahia Rural**, 2006.

PENNING, P.D.; RUTTER, S.M. Ingestive behaviour. In: PENNING, P.D. (Ed.). **Herbage intake handbook**. 2.ed. Reading: The British Grassland Society, 2004. p.151-175.

PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; BONFIM, M.A.D.; CARNEIRO, M.S.S.; CÂNDIDO, M.J.D. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, p. 387-394, 2011.

PEREZ, J.F.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A.; CASTRILLO, C. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ¹⁵N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. **British Journal of Nutrition**, v.75, p.699-709, 1996.

PESSOA, R. A. S.; LEÃO, M. I.; FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. S.; VALADARES, R. F. D.; QUEIROZ, A. C. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 941-947, 2009.

PHILLIPS, C.J.; RIND, M.I. The effects of social dominance on the production and behavior of grazing dairy cows offered forage supplements. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.51-59, 2001.

POLAN, C.E.; CUMMINS, K.A.; SNIFFEN, C.J.; MUSCATO, T.V.; VICINI, J.L.; CROOKER, B.A.; CLARK, J.H.; JOHNSON, D.G.; OTTERBY, D.E.; GUILLAUME, B. Response of dairy cows to supplemental rumen-protected forms of methionine and lysine. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 2997-3013, 1991.

POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal Animal Science**, v.73, p. 278-290, 1995.

PORTUGAL, J.A.B.; PIRES, M.F.A.; DURÃES, M.C. Efeito da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar sobre a frequência de ingestão de alimentos e de água e de ruminância em vacas de raça holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, p. 154-159, 2000.

RANDEL, R.D.; CHASE Jr., C.C.; WYSE, S.J. Effects of gossypol and cottonseed products on reproduction of mammals. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1628-1638, 1992.

REGO, O. A.; ALVES, S. P.; ANTUNES, L. M. S.; ROSA, H. J. D.; ALFAIA, C. F. M.; PRATES, J. A. M.; CABRITA, A. R. J.; FONSECA, A. J. M.; BESSA, R. J. B. Rumen biohydrogenation-derived fatty acids in milk fat from grazing dairy cows supplemented with rapeseed, sunflower, or linseed oil. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 4530-4540, 2009.

REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C.; CASAGRANDE, D.R.; PÁSCOA, A.G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.147-159, 2009.

RENNÓ, L.N. **Produção de proteína microbiana utilizando derivados de purina na urina, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 95p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa 1999.

RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M.F.; RENNO, F.P.; SILVA, P.A. Níveis de ureia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: estimativa da produção de proteína microbiana por meio dos derivados de purinas na urina utilizando duas metodologias de coleta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.546- 555, 2008.

ROGERS, J.A., PEIRCE-SANDNER, S.B., PAPAS, A.M. POLAN C.E.; SNIFFEN, C.J.; MUSCATO, T.V.; STAPLES, C.R.; CLARK, J.H. Production response of dairy cows fed various amounts of rumen-protected methionine and lysine. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.1800-17, 1989.

ROLIM, F.A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: A.M. PEIXOTO (eds.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1994. 2.ed. p. 533-565.

ROOK, A.J. Principles of foraging and grazing behaviour. In: HOPKINS, A. (Ed.). **Grass, its production and utilization**. Oxford: Blackwell Science Ltda, 2000. p.229-246.

ROSELER, D.K.; Ferguson, J.D.; Sniffen, C.J.; Herrema, J. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal Dairy Science**, v. 76, p. 525-534, 1993.

ROSSI, R. O. **O girassol**. 1ed. Curitiba: R. O. Rossi. 1998. 333p.

ROY, N.D.; BHAT, R.V. Trypsin inhibitor content of some varieties of soybean (*Glycine max*) and sunflower seed (*Helianthus annuus*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.25, p.265-269, 1974.

SANCANARI, J.B.D.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R. L.; VIEIRA, P.F. SEIXAS, J.R.C.; SANTAMARIA, M.; KRONKA, S.N. Efeito da Metionina Protegida e Não Protegida da Degradação Ruminal sobre a Produção e Composição do Leite de Vacas Holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.286-294, 2001.

SANTOS, A.X.; SILVA, L.D.F.; LANÇANOVA, J.A.C.; RIBEIRO, E.L.A.; CESTARI, A.A.; DIAS, R.D. Efeitos da suplementação de torta de girassol para vacas lactantes: desempenho produtivo e análise econômica. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 3401-3410, 2012.

SANTOS, J.; OLIVEIRA, M. D. S.; BARBOSA, J. C.; BIAGIOTTI, D.; BUENO, R. A. Subprodutos da extração do óleo de girassol para vacas leiteiras: Digestibilidade “in vitro”. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. 1 CD-ROM.

SANTOS, V.C. **Subprodutos de oleaginosas como fontes alternativas na alimentação de cordeiros em terminação**. 2011. 84p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp, Jaboticabal.

SCHWAB, C.G.; SATTER, L.D.; CLAY, B. Response of lactating cows to abomasal infusion of amino acids. **Journal of Dairy Science**, v. 59, p.1254-1270, 1976.

SEVERINO, L.S.; NÓBREGA, M.B.M.; GONÇALVES, N.P.; EGUIA, M.T.J. **Viagem à Índia para prospecção de tecnologias sobre mamona e pinhão-manso**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 56 p. (Documentos, 153).

SIDDONS, R.C., NOLAN, J.V., BEEVER, D.E.; MACRAE, J.C. Nitrogen digestion and metabolism in sheep consuming diets containing contrasting forms and levels of N. **British Journal of Nutrition**, v.54, p.175-187, 1985.

SIGNORETTI, R.D.; RESENDE, F.D.; PESSIM, B.; SOUZA, F.H.M.; SOUZA, L.A. Produção e composição de leite de vacas mestiças mantidas em pastagem de capim Tanzânia irrigada suplementadas com diferentes níveis de concentrado. **Boletim de Indústria Animal**, v. 70, p.10-19, 2013.

SILVA, F.F.; SÁ, J.F.; SCHIO, A.R.; ÍTAVO, L.C.V.; SILVA, R.R.; MATEUS, R.G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.371-389, 2009.

SILVA, F.M.; FERREIRA, M.A.; GUIM, A.; PESSOA, R.A.S.; GOMES, L.H.S.; OLIVEIRA, J.C.V. Replacement of soybean meal by cottonseed meal in diets based on spineless cactus for lactating cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1995-2000, 2009.

SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Editora Livrocere, 1979.

SILVA, M. S.; NAVES, M.M.V.; OLIVEIRA, R.B.; LEITE, O.S.M. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 571-576, 2006.

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

SOARES FILHO, C.V.; RODRIGUES, L.R.; PERRI, S.H.V. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região Noroeste do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum animal science**, v.24, p.1377-1384, 2002.

SOUZA, D.D. **Farelo de mamona em dietas de vacas leiteiras em pastejo**. 2015. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

SOUZA, D.D.; SILVA, F.F.; SCHIO, A.R.; PORTO JUNIOR, A.F.; SILVA, R.R.; SANTIAGO, B.M.; RODRIGUES, E.S.O.; ABREU, A.C.; PACHECO, C.C.; MURICY, J.F. Feeding behavior of dairy cows fed different levels of castor meal in the diet. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 2355-2364, 2016.

SOUZA, V.L.; ALMEIDA, R.; SILVA, D.F.F.; PIEKARSKI, P.R.B.; JESUS, C.P.; PEREIRA, M.N. Substituição parcial de farelo de soja por ureia protegida na produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.1415-1422, 2010.

STROM-HANSEN, T.; CORNETT, C.; JAROSZEWSKI, J.W. Interaction of gossypol with aminoacids and peptides as a model of enzyme inhibition. **International Journal of Peptide and Protein Research**, v. 34, p. 306-310, 1989.

SUSMEL, P.; STEFANON, B.; PLAZZOTA, E.; SPANGHERO, E.M.; MILLS, C.R. The effect of energy and protein intake on the excretion of purine derivatives. **Journal of Agricultural Science**, v.123, p. 257-266, 1994.

TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. Lavras: UFLA – FAEPE, 1998, 402p.

TEIXEIRA, A.M.; JAYME, D.G.; SENE, G.A.; FERNANDES, L.O.; BARRETO, A.C.; RODRIGUES JÚNIOR, D.J.; COUTINHO, A.C.; GLÓRIA, J.R. Desempenho de vacas Girolando mantidas em pastejo de Tifton 85 irrigado ou sequeiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, p.1447-1453, 2013.

TEIXEIRA, J.C. **Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes**. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed.). Digestibilidade em ruminantes. Lavras: UFLA/FAEP, 1997. p.7-27.

THUROW, J.M.; NABINGER, C.; CASTILHOS, Z.M.S. Estrutura da vegetação e comportamento ingestivo de novilhos em pastagem natural do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.818-826, 2009.

TIMMERMANS S.J.Jr.; JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H.; DAVIDSON, D. Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using milk uric acid or allantoin. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1286-1299, 2000.

UNGARO, M.R.G. **Cultura do Girassol**. Campinas: Instituto Agrônomo de São Paulo, 2000. (Boletim Técnico, 188).

United States Department of Agriculture. **USDA Agricultural Projections**. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/publications/oce081>>. Acesso em: Julho de 2016.

VAGNONI, D.B.; BRODERICK, M.K.; CLAYTON, R.D.; HATFIELD, R.D. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1695-1702, 1997.

VALADARES FILHO, S. C. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 329 p.

VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; SAMPAIO, I.; VALADARES FILHO, S.C. Metodologia de coleta de urina em vacas utilizando sondas de folley. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1279 - 1282, 1997b.

VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; VALADARES FILHO, S.C.; SAMPAIO, I. Níveis de proteína em dietas de bovino. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p.1270- 1278, 1997a.

VAN DER GRINTEN, P., P. BAAYEN, M.T.; VILLALOBOS, L.; DWINGER, R.H.; MANNETJE, L.T. Utilisation of kikuyu grass pastures and dairy production in a high altitude region of Costa Rica. **Tropical Grasslands**, v.26, p-255-262, 1992.

VAN der WALT, J.G. Nitrogen metabolism of the ruminant liver. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.44, p.381-403, 1993.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VOLTOLINI, T.; SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; IMAIZUMI, H.; CLARINDO, R.L.; PENATI, M.A. Milk production and composition of dairy cows grazing elephant grass under two grazing intervals. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p.121-127, 2010.

WELCH, J.G.; HOOPER, A.P. Ingestion de alimentos y agua. In: CHURCH, D.C. **El rumiante: fisiologia digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1982. Cap.5, p.117-126.

WINTERHOLLER, S.J.; LALMAN, D.L.; HUDSON, M.D.; GOAD, C.L. Supplemental energy and extruded-expelled cottonseed meal as a supplemental protein source for beef cows consuming low-quality forage. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 3003-3012, 2009.

YU, Y.W. Probing into the mechanism of action, metabolism and toxicity of gossypol by studying its (+)- and (-)- stereoisomers. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 20, p. 65-78, 1987.

ZANINE, A.M.; VIEIRA, B.R.; FERREIRA, D.J.; VIEIRA, A.J.M.; LANA, R.P.; CECON, P.R. Comportamento ingestivo de vacas Girolandas em pastejo de *Brachiaria brizantha* e Coast-cross. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, p.85-95, 2009.

II - OBJETIVO GERAL

Avaliar a inclusão do farelo de girassol, torta de algodão e torta de mamona em dietas para vacas mestiças lactantes em pastejo.

2.1- Objetivos Específicos

- Avaliar o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, produção do leite em vacas mestiças lactantes sob pastejo alimentadas com dietas contendo coprodutos de oleaginosas, bem como a composição do leite e rendimento do queijo;
- Avaliar o comportamento ingestivo de vacas mestiças lactantes sob pastejo alimentadas com dietas contendo coprodutos de oleaginosas.
- Avaliar o balanço de nitrogênio, a eficiência de utilização de nitrogênio e síntese de proteína microbiana em vacas mestiças lactantes sob pastejo alimentadas com dietas contendo coprodutos de oleaginosas;
- Avaliar a degradabilidade de coprodutos de oleaginosas.

III - CAPÍTULO I

CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, DESEMPENHO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS MESTIÇAS LACTANTES ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO COPRODUTOS DE OLEAGINOSAS

Resumo: Objetivou-se avaliar o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite, rendimento do queijo e comportamento ingestivo de vacas mestiças lactantes em pastejo alimentadas com dietas contendo coprodutos de oleaginosas. O experimento foi realizado na Faz. Campestre/Curral de Dentro-MG. Foram utilizadas quatro dietas constituídas por: concentrado padrão à base de milho e farelo de soja – D1 e inclusão de 50% na matéria seca do concentrado padrão de farelo de girassol – D2, de torta de algodão – D3 ou torta de mamona – D4. O volumoso ofertado foi *Brachiária brizantha* cv. Marandu. A relação volumoso:concentrado média foi de 72:28. Foram utilizadas 8 vacas mestiças, com produção média de leite de 14 kg/dia e aproximadamente 120 dias de lactação, distribuídas em dois quadrados latinos 4 × 4 (4 animais, 4 dietas, 4 períodos), com período experimental total de 76 dias, divididos em quatro períodos de 19 dias. Não houve diferença para os consumos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDN_{CP}) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em kg/dia, nem MS e FDN_{CP} em porcentagem do peso corporal (PC), enquanto que, o consumo de carboidratos não fibrosos (CNF) foram maiores para as dietas contendo farelo de soja. Não houve diferença nas digestibilidades de MS, PB, EE, FDN_{CP}, CNF e NDT. Houve mudança para produção de leite e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, com menor produção para a dieta contendo torta de mamona (média 12,43 L/dia e 12,08 L/dia, respectivamente). Não houve diferença entre dietas para a eficiência alimentar, conversão alimentar, composição físico-química do leite, tempos de alimentação, ruminação, ócio e cocho em min./dia, número de mastigações meréricas por bolo e por dia, tempo de mastigações meréricas por bolo, tempo de mastigação total em h/dia, número de bolos ruminados em nº/dia; consumo, ruminação e mastigação de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN), eficiência de alimentação da MS e FDN

e eficiência de ruminação da MS e FDN em g/h. A inclusão de 50% de farelo de girassol e torta de algodão em dietas para vacas em lactação não altera o consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite e comportamento ingestivo dos animais.

Palavras-chave: coprodutos de oleaginosas, digestibilidade aparente, farelo de girassol, torta de algodão, torta de mamona, eficiência de alimentação.

III- CHAPTER I

INTAKE, DIGESTIBILITY, PERFORMANCE AND INGESTIVE BEHAVIOR OF CROSSBRED COWS IN LACTATION FEEDING DIETS CONTAINING CO-PRODUCTS OILSEEDS

Abstract: The objective was to evaluate the intake, nutrient digestibility, milk production and composition, cheese yield and ingestive behavior of crossbred lactating dairy cows fed diets containing oleaginous co-products. The experiment was carried out in the farm *Campestre/Curral de Dentro*-MG. Four diets consisted of: standard concentrate based on corn and soybean meal - D1 and inclusion of 50% in the dry matter of the concentrate of sunflower meal - D2, of cotton cake - D3 or castor cake - D4. The bulky one offered was *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. The voluminous: average concentrate ratio was 72:28. Eight crossbred cows with a mean milk yield of 14 kg / day and approximately 120 days of lactation were used, distributed in two 4 × 4 Latin squares (4 animals, 4 diets, 4 periods), with a total experimental period of 76 days, Divided into four periods of 19 days. There was no difference for dry matter (DM), crude protein (CP), ethereal extract (EE), neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDFAP) and total digestible nutrients (TDN) in kg / day, nor DM and NDFAP in percentage of body weight (CP), whereas the consumption of non-fibrous carbohydrates (CNF) were higher for diets containing soybean meal. There was no difference in the digestibilities of DM, CP, EE, NDFAP, CNF and TDN. There was a milk production and milk production adjusted to 3.5% fat, with lower production for the diet containing castor bean cake (mean 12.43 L/day and 12.08 L/day, respectively). There was no difference between diets for food efficiency, feed conversion, physical and chemical composition of the milk, feeding times, rumination, leisure and trough in min./day, number of merciful chews per cake per day, chewing Cake, total chewing time in h/day, number of cured cakes in n/day; Dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF), feed efficiency of DM and NDF, and rumination efficiency of DM and NDF in g/h. The inclusion of 50% of sunflower meal and cottonseed in diets for lactating cows does not alter the consumption, nutrient digestibility, milk production and composition and ingestive behavior of the animals.

Keywords: Co-products of oilseeds, apparent digestibility, sunflower meal, cotton pie, castor bean cake, rumination efficiency.

1- INTRODUÇÃO

As estimativas da produção brasileira de leite mostraram que no ano de 2014 para 2015 houve decréscimo de 3,5%, atingindo um total de 35.174 bilhões de litros de leite, e este cenário de redução tem perdurado para o ano de 2016 (IBGE, 2016). Isso acontece devido à maioria dos sistemas de produção de leite ser extensivos, com baixo uso de tecnologia (Felício & Ferraz, 2010). Nas condições edafoclimáticas tropicais, variações na oferta de massa e no valor nutricional do pasto ocorrem ao longo do ano, e isso, tem sido apontado como limitantes da produção animal (Dettamen et al., 2014). Dentre os nutrientes do pasto, os baixos níveis de proteína bruta tem sido o primeiro limitante do consumo de nutrientes, seguido da energia digestível (Dettman et al., 2005).

Neste contexto, a utilização de técnicas de suplementação é necessária para suprir as deficiências do pasto e possibilitar o desempenho animal. O farelo de soja tem sido utilizado nos suplementos como fonte de nitrogênio para os microrganismos ruminais. No entanto, a disponibilidade desse coproduto associado ao elevado custo de aquisição tem dificultado seu uso nos suplementos. Evidentemente, esse impasse tem direcionado muitos pesquisadores e nutricionistas de ruminantes a buscarem fontes alternativas de compostos nitrogenados visando substituir o farelo de soja. Os subprodutos das agroindústrias de biodiesel tem ganhado atenção especial para compor a dieta de animais ruminates, devido alguns desses ingredientes apresentarem elevada disponibilidade de nitrogênio na composição química (Abdalla et al., 2008).

Contudo, mais pesquisas se fazem necessárias quando utiliza subprodutos na dieta de ruminantes, sobretudo em vacas em lactação, pois, os subprodutos podem apresentar fatores nutricionais e não nutricionais, cuja presença pode afetar o consumo, digestibilidade, desempenho e comportamento ingestivo dos animais (Souza et al., 2016).

Costa et al. (2015) avaliaram níveis de torta de amendoim na dietas de vacas em lactação e verificaram mudanças nos parâmetros fisiológicos dos animais, mas que não modificaram o comportamento ingestivo dos animais.

Zervoudakis et al. (2010) avaliaram a substituição do farelo de soja por farelo de algodão em dietas para vacas leiteiras sobre a produção e composição do leite e não verificaram alterações.

Souza et al. (2016) avaliaram o comportamento ingestivo de vacas lactantes recebendo níveis (controle, 3,33%, 6,66% e 10,00%) de torta de mamona na dieta. Os autores verificaram alterações no tempo de pastejo dos animais com a inclusão da torta de mamona na dieta.

Lima et al. (2013) trabalharam com níveis de torta de girassol (0, 20, 40 e 60% da MS) em substituição ao farelo de soja na dieta de novilhas, observaram que houve redução no consumo de pasto e suplemento com a inclusão de torta de girassol.

Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão do farelo de girassol, torta de algodão, torta de mamona em substituição ao farelo de soja em dietas para vacas mestiças lactantes em pastejo sobre o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes, a produção, composição do leite, rendimento do queijo e comportamento ingestivo.

2- MATERIAL E MÉTODOS

As técnicas e os procedimentos utilizados na presente pesquisa estão dentro das normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (protocolo nº 128/2016, em reunião do dia 15/04/2015).

Local, animais e delineamento experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Campestre, localizada no município de Curral de Dentro, MG, e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA.

Foram utilizadas 08 vacas mestiças Holandês-Zebu, lactantes, de segunda ou terceira lactação, com peso corporal (PC) médio de 450 kg, produção média de leite de 14 kg/dia e período de lactação de aproximadamente 120 dias. O delineamento experimental adotado foi o duplo quadrado latino 4 x 4, cada um compostos de quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais cada. O experimento teve duração de 76 dias, dividido em quatro períodos de 19 dias, sendo que, os 15 primeiros dias de cada período foram para adaptação dos animais às dietas, e os 4 últimos para coleta de dados, segundo metodologia descrita por Santos et al., (2006).

Manejo dos animais, tratamentos experimentais e composição da dieta

O volumoso utilizado foi *Brachiária brizantha* cv. Marandu, cultivado em piquetes irrigados, em sistema de pastejo intermitente, com duração de 2 dias em cada piquete com taxa de lotação de 1 UA/ha. Os animais foram providos de praça de alimentação composta de cocho para mineralização e bebedouros.

Foram utilizadas quatro dietas constituídas por: concentrado padrão à base de milho e farelo de soja - D1 e inclusão de 50% na matéria seca do concentrado padrão de farelo de girassol – D2, de torta de algodão – D3 ou torta de mamona – D4. As dietas foram formuladas conforme o NRC (2001), para vacas no terço médio da lactação, com média de 450 kg de PC \pm 62, a fim de conter nutrientes suficientes para manutenção, ganho de peso corporal de 0,150 kg/dia e produção de 14 kg de leite/dia, utilizando como base os dados da composição químico-bromatológica do capim *Brachiaria brizantha*, milho, farelo de soja, farelo de girassol, torta de algodão e torta de mamona (Tabelas 1, 2 e 3). Foram formuladas para serem isonitrogenadas e foram fornecidas às

vacas duas vezes ao dia, às 07:00 h e às 15:00 h, na forma de ração concentrada, no momento da ordenha.

Tabela 1. Proporções de ingredientes dos concentrados, com base na matéria seca e ração volumoso concentrado das dietas contendo diferentes coprodutos para vacas lactantes

Ingredientes (%)	Concentrados			
	Concentrado padrão	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona
Milho Moído	63,51	43,27	34,93	38,42
Farelo de Soja	33,49	4,30	12,72	8,20
Farelo de Girassol	-	49,43	-	-
Torta de Algodão	-	-	49,35	-
Torta de Mamona	-	-	-	50,38
Núcleo mineral vitamínico ¹	3,00	3,00	3,00	3,00
		Ração (%)		
Volumoso	72,17	72,50	72,05	71,60
Concentrado	27,83	27,50	27,95	28,40

¹ Composição para cada 1000 g do produto: Cálcio- 250 g, Fósforo- 44 g, Enxofre- 15 g, Sódio- 65 g, Magnésio- 20 g, Cobalto- 25 mg, Cobre- 665 mg, Iodo- 40 mg, Manganês- 1800 mg, Selênio- 15 mg, Zinco- 2500 mg, Flúor (máx.) 912 mg, Vit. A- 200000 UI, Vit. D₃- 50000 UI, Vit. E- 800 UI.

Tabela 2. Disponibilidade e oferta de forragem referente aos períodos experimentais

	Período experimental				
	1	2	3	4	Média
Massa de forragem (kg/ha)	2643,80	2490,60	2650,80	2586,40	2592,90
OF ¹ (kg de MS/100 kg PC)	7,21	7,00	7,32	7,12	7,16

¹ Oferta de forragem; PC – Peso corporal.

Tabela 3. Composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* e dos concentrados

Nutrientes (%)	<i>Brachiaria Brizantha</i> ¹	Concentrados			
		Concentrado padrão	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona
MS ²	30,00	86,50	87,10	86,90	87,40
PB ²	7,70	22,00	22,30	22,10	22,40
EE ²	1,75	2,80	2,60	4,10	1,50
CNF ²	11,45	51,10	35,60	23,20	23,90
FDN _{CP} ²	67,02	18,40	29,50	36,20	28,30
FDA ²	35,97	8,80	18,80	25,90	23,20
FDNi	18,32	3,70	18,00	15,00	23,00
LIG ²	9,52	2,50	10,00	15,60	17,20
MM ²	6,87	6,60	6,30	6,30	15,50
NDT ³	53,00	83,10	68,20	59,70	51,20
NDT ³ (dietas)	-	68,00	60,60	56,30	52,10

¹ P. Simulado - Pastejo Simulado; ²Porcentagem da matéria seca; ³Estimado pelas equações do NRC (2001). MS - matéria seca; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; CNF - carboidrato não fibroso; FDN_{CP} - fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA - fibra em detergente ácido; FDNi - fibra em detergente neutro indigestível; LIG - lignina; MM - matéria mineral e NDT - nutrientes digestíveis totais.

A torta de mamona foi detoxificada previamente com utilização de solução Ca(OH)₂, sendo que, cada quilograma foi diluído em 10 litros de água e aplicados na quantidade de 60 g de Ca(OH)₂ por quilograma de torta de mamona, com base na matéria natural, conforme recomendado por Oliveira et al. (2007).

Avaliações

Desempenho

As vacas foram pesadas no início e no final de cada período experimental, para obtenção do peso corporal médio para cada período experimental.

Características do pasto

A biomassa da forragem foi estimada conforme o método da dupla amostragem Wilm et al., (1944), com o auxílio de um quadrado com área (0,25m²), lançado de forma aleatória, 40 vezes na área pastejada. Antes de jogar o quadrado, foi utilizado o método indireto para a quantificação da produção de forragem por hectare, através de observação visual, classificando a forrageira existente na área em determinados escores: 1, 2 e 3, sendo que, cada escore correspondente à produção da forrageira *in natura*,

considerada escore 1 com altura até 20 cm, média até 40 cm e alta acima de 40 cm de massa da forragem. Das 40 amostras avaliadas visualmente, apenas 12 lançados ao acaso, foram coletados por meio de cortes, armazenadas em sacos plásticos e posteriormente pesadas em uma balança digital com precisão de 5 g.

De posse dos valores das amostras cortadas e estimadas visualmente, por meio da equação proposta por Gardner (1986), foi possível calcular a quantidade de biomassa de forragem disponível na área, expressa em kg MS/ha. Também foi realizada a coleta do pasto através do pastejo simulado, observando o pastejo das vacas e, posteriormente, coletando o pasto no extrato consumido, simulando o material ingerido pelo animal, conforme Johnson (1978). As amostras de pasto e pastejo simulado foram armazenadas a -20°C para posteriores análises químicas e bromatológicas.

A taxa de lotação (TL) foi calculada considerando a unidade animal (UA) como sendo 450 kg de PC, utilizando-se a seguinte fórmula:

$TL = (UAt)/\text{área}$, em que: TL = taxa de lotação, em UA/ha; UAt = unidade animal total; Área = área experimental total, em ha.

A oferta de forragem (OF) foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$OF = \{DISP/(PC/100)\}/\text{dia}$, em que: OF = oferta de forragem, em kg MS/100 kg PC/dia; DISP = disponibilidade de forragem em kg de MS/ha; PC = peso corporal dos animais; DIA = duração do período experimental em número de dias (Tabela 2).

Composição química

As análises químicas das amostras de pasto, dos concentrados e das fezes foram determinadas conforme as seguintes metodologias: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) de acordo com a AOAC (1995). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizados seguindo os procedimentos descritos Van Soest & Robertson (1985). Os teores de celulose foram solubilizados com ácido sulfúrico 72 %, e o conteúdo de lignina obtido pela diferença como proposto por Goering & Van Soest (1970).

O teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína foi realizado segundo recomendações de Licitra et al. (1996) e Mertens (1997).

As estimativas dos teores de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd) e matéria seca potencialmente digestível (MSpd) dos alimentos foram obtidas de acordo com Paulino et al. (2008).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al., (1992), como: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinza)$.

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinza e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), sendo: $CNFcp = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinzas)$.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1998), mas utilizando a FDN e CNF corrigindo para cinza e proteína, pela seguinte equação: $NDT (\%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2,25EED$, em que: PBD = PB digestível; FDNcpD = FDNcp digestível; CNFcpD = CNFcp digestíveis; e EED = EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001). Para o cálculo do NDTest do capim *Brachiaria brizantha* utilizou-se a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-1,2 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - Lignina) \times [1 - (Lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$ e para o cálculo do NDTest das rações concentradas, a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-0,4 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - lignina) \times [1 - (lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$; sendo que, nas equações acima: FDNp = FDN – PIDN (PIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro x 6,25) PF = efeito do processamento físico na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos. PIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido x 6,25. Para valores de EE < 1, na equação (EE - 1) = 0

Consumo

Foram estimados o consumo de MS, PB, EE, FDNcp, CNF e NDT em kg/dia, de MS, FDN, (em % PC).

A produção fecal foi estimada com a utilização do indicador dióxido de titânio, como indicador externo, em que foi administrado 10 g por animal, misturado ao concentrado, fornecidos diariamente às 7:00 horas em dose única durante 08 dias, sendo três dias para estabilização do fluxo de excreção do marcador e cinco dias para coleta das fezes de acordo com procedimentos descrito por Valadares Filho et al., (2006). As fezes foram coletadas uma vez ao dia no momento da administração do indicador, diretamente da ampola retal, e armazenadas à -20°C.

A determinação da concentração de titânio foi feita segundo metodologia de Detmann et al. (2012). A leitura foi efetuada em espectrofotômetro de UV-Visível, no Laboratório de Fisiologia Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Para estimativa do consumo voluntário de volumoso, foi utilizado o indicador interno FDN indigestível (FDNi), obtido após incubação ruminal por 240 horas (Casali

et al., 2008), de 0,5 g de amostras de alimentos e fezes em duplicata, utilizando sacos confeccionados com tecido não tecido (TNT), gramatura 100 (100 g.m²), 5 x 5 cm. O material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro, para determinação da FDNi.

Digestibilidade

A digestibilidade aparente e o consumo de matéria seca (CMS) foram estimados a partir da produção fecal.

A digestibilidade aparente dos nutrientes (D) foi determinada pela fórmula descrita por Silva & Leão (1979):

$$D = [(kg \text{ nutriente ingerido} - kg \text{ nutriente excretado nas fezes}) / kg \text{ nutriente ingerido}] \times 100.$$

As vacas foram ordenhadas com ordenhadeira mecânica duas vezes ao dia, às 7:00 e às 15:00 h, utilizando solução pré-dipping e pós-dipping nos tetos de todos os animais, sendo adotado o mesmo manejo para todos os grupos experimentais.

Desempenho produtivo e qualidade do leite

O leite foi pesado durante todo período de coleta, do 16^o ao 19^o dia. As produções de leite corrigidas para 3,5% de gordura foram calculadas utilizando-se a equação proposta por Sklan et al. (1992):

$$\text{Leite com 3,5\% de gordura} = (0,432 + 0,1625 \times \text{porcentagem de gordura}) \times kg \text{ de leite.}$$

Após a pesagem da manhã realizada no 16^o dia, o leite foi homogeneizado e uma mostra foi coletada com auxílio de uma concha e transferida para um frasco contendo o conservante Bronopol onde foi novamente homogeneizada. No mesmo dia estas amostras foram encaminhadas para a Clínica do Leite – ESALQ/USP – *Campus* Piracicaba, onde foram realizadas as análises: teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, estrato seco desengordurado, contagem de células somáticas, teor de nitrogênio ureico e caseína. O teor de nitrogênio ureico e o percentual de caseína do leite foram determinados pelo método Infravermelho - PO ANA 009 e a Contagem de Células Somáticas (CCS) foram determinadas pelo método Citometria de Fluxo - PO ANA 008.

Ainda no 16^o dia, foi retirada uma amostra desse leite homogeneizado, sendo que uma alíquota de 10 mL foi misturada com 5 mL de ácido tricloroacético a 25%, filtrada

em papel de filtro e o sobrenadante armazenado a -20°C para posterior análise de alantoína de acordo com os procedimentos descritos por Chen & Gomes (1992).

O leite de cada dieta experimental, separadamente, foi pesado, filtrado e submetido à pasteurização lenta (65°C por 30 minutos) para fabricação do queijo tipo Minas Frescal. Após este tratamento térmico, o leite foi resfriado a 39°C , temperatura em que foi adicionado o coalho (30 mL/100L), sendo este diluído em parte igual de água filtrada. Após a coagulação do leite foi feito o corte da massa com uma faca inox em cubos de 1,5 a 2 cm, intercalando a mexedura e o repouso para promover a dessoragem, seguida da drenagem do soro e a salga da massa (700g/100L de sal branco refinado). Os queijos foram resfriados numa temperatura de 10 a 12°C , após a viragem dentro das formas, e no dia seguinte foram retirados das formas, embalados, pesados em balança digital para determinar o rendimento e conservados numa temperatura de 4°C .

O rendimento bruto dos queijos foi calculado segundo a equação (Andreatta et al. 2009): Rendimento bruto (kg/kg) = peso da formulação (leite mais os ingredientes) (kg)/massa de queijo após embalagem (kg). O rendimento ajustado para o teor de umidade do queijo (Lucey & Kelly, 1994) foi calculado considerando um valor de 57 % como referência para a umidade do queijo minas frescal, conforme a equação sugerida por Oliveira (1986): REAJ (kg/kg) = Rendimento bruto \times (100 - % umidade atual)/57.

Comportamento ingestivo

Na avaliação do comportamento ingestivo, as vacas foram submetidas a períodos de observação visual no 17^o e 18^o dia, sendo os animais no 17^o dia observados durante 24 horas, em intervalos de cinco minutos, para a avaliação dos tempos de alimentação, ruminação e ócio.

No dia seguinte, 18^o dia, foram realizadas três observações em cada animal em três períodos diferentes: manhã, tarde, noite. Sendo avaliado nesses períodos o número de mastigações por bolo ruminal e contabilizado o tempo gasto para ruminação de cada bolo.

A eficiência de alimentação e ruminação foi obtida da seguinte forma:

$$\text{EALMS} = \text{CMS}/\text{TAL};$$

$$\text{EALFDN} = \text{CFDN}/\text{TAL}$$

em que: EALMS (g MS consumida/h); EALFDN (g FDN consumida/h) = eficiência de alimentação; CMS (g) = consumo diário de matéria seca; CFDN (g) = consumo diário de FDN; TAL = tempo gasto diariamente em alimentação.

$$\text{ERUMS} = \text{CMS}/\text{TRU};$$

$$\text{ERUFDN} = \text{CFDN}/\text{TRU};$$

em que: ERUMS (g MS ruminada/h); ERUFDN (g FDN ruminada/h) = eficiência de ruminação e TRU (h/dia) = tempo de ruminação.

$$\text{TMT} = \text{TAL} + \text{TRU}$$

em que: TMT (min/dia) = tempo de mastigação total.

O número de períodos de alimentação, ruminação e ócio foram contabilizados pelo número de frequências de atividades observadas na planilha de anotações. A duração média diária desses períodos de atividades foi calculada dividindo-se a duração total de cada atividade (alimentação, ruminação e ócio em min/dia) pelo seu respectivo número de períodos discretos.

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de normalidade dos erros, homogeneidade das variâncias e aditividade e quando não significativo, os mesmos foram submetidos à análise de variância utilizando modelos mistos por meio do procedimento MIXED do programa SAS, versão 9.1 (SAS Institute, Inc, Cary, North Carolina, USA). As médias quando significativas pelo teste de F foram submetidas ao teste de tukey ao nível de 5% de significância.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consumo de nutrientes

O consumo de matéria seca (CMS), expresso em kg/dia, e em % do peso corporal (PC), não foram alterados ($P=0,87$) e ($P=0,46$) respectivamente em função da inclusão de coprodutos nas dietas (Tabela 4).

Tabela 4. Consumo de matéria seca e nutrientes por vacas mestiças em lactação recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas

Ítems	Dietas				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona		
	Consumo (kg/dia)					
MS	14,70	14,67	14,13	13,70	0,98	0,87
PB	1,54	1,67	1,55	1,36	0,17	0,61
EE	0,50	0,50	0,46	0,37	0,06	0,33
FDN _{cp}	7,84	8,38	7,24	7,00	0,96	0,74
CNF	3,69 a	3,24 ab	2,67 ab	2,33 b	0,29	0,02
NDT	8,96	9,31	8,03	6,73	0,92	0,23
	Consumo (%PC)					
MS	3,06	3,11	2,60	2,53	0,32	0,46
FDN _{CP}	1,63	1,77	1,51	1,47	0,20	0,71

MS - matéria seca; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; FDN_{CP} - fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; CNF - carboidratos não fibrosos e NDT - nutrientes digestíveis totais.

PC - Peso corporal; Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O valor médio de CMS foi de 14,30 kg/dia, conforme o recomendado pelo NRC (2001). Esse valor médio está acima dos verificados em algumas pesquisas (Sousa et al., 2008; Benedetti et al., 2008) com bovinos leiteiros em pastagem. O que possivelmente pode ser justificado pelas variações no potencial produtivo dos animais, e à dieta com boa disponibilidade de volumoso com adequado valor nutritivo. A média de CMS em % do PC de 2,82 certifica esta afirmação.

A disponibilidade de forragem média deste estudo (Tabela 2) foi acima de 2250 kg de MS/ha sugerido pelo NRC (2001), como limite mínimo para reduzir o consumo voluntário de MS de animais em pastejo. Segundo Silva et al., (2009), a disponibilidade de forragem tem relação direta com o consumo de MS total, portanto quando o animal passa por restrição de forragem ofertada, tem como consequência redução na ingestão de MS, isso se deve a uma redução do tamanho dos bocados, na qual o animal necessita aumentar o tempo de pastejo (Minson, 1990).

Ressalta-se então que, o CMS não foi restringido, visto que o tempo de alimentação foi igual em todas as dietas (Tabela 8).

Além disso, a oferta de forragem (OF) (Tabela 2) apresentou média de 7,16 kg MS/100 kg PC/dia ou 7,16% do PC/dia, estando dentro do intervalo recomendado por Silva et al. (1994), de 6 a 9 % do PC para vacas leiteiras. De acordo com Almeida (1997), quando a OF é superior a 14% do PC/dia, pode ocorrer grande desperdício de forragem associado à alta quantidade de material senescente presente na pastagem, o qual pode afetar o desempenho animal. Pode-se afirmar que, no presente experimento, não ocorreu sobra excessiva de pasto, visto que foi ajustada a taxa de lotação.

O consumo de proteína bruta (CPB), 1,53 kg/dia, não apresentou diferença entre dietas ($P=0,61$) e foi próximo ao valor estimado pelo NRC (2001). Isso ocorreu devido às dietas serem formuladas para serem isonitrogenadas e não ter apresentado alterações no CMS.

O consumo de EE (3,18% do CMS) não foi influenciado pelas dietas. Os teores de extrato etéreo da ração ficaram abaixo de 8% na ração total (Tabela 3), este resultado não interfere na dinâmica ruminal, uma vez que o NRC (2001) estabelece esta porcentagem como limite, a partir do qual ocorreria redução no consumo de MS.

O consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína ($CFDN_{CP}$) ($P=0,74$) e em porcentagem do peso corporal ($CFDN_{CP} \%PC$) ($P=0,71$), e o de nutrientes digestíveis totais (CNDT) ($P=0,23$) não variou com a inclusão dos coprodutos, apresentando médias de 7,6 kg/dia, 1,60% e 8,25 kg/dia, respectivamente. Sousa et al. (2008) reportaram que o consumo de FDN em relação ao peso corporal deve ser na ordem de 1,6% do peso vivo, corroborando os resultados obtidos nesta pesquisa. A necessidade de fornecimento mínimo de FDN para os ruminantes deve ser preconizada, pois é determinante para prevenção de diversas doenças metabólicas, como: acidose, redução da gordura do leite, laminites e alterações nos padrões de fermentação do rúmen. No presente estudo o nível de FDN na dieta foi de 56,14% estando acima do limite mínimo de FDN (23,3%) proposto por Mertens (1997).

O consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) foi alterado em função das dietas ($P=0,02$). Os animais que receberam farelo de soja na dieta consumiram em média 36,86% mais carboidratos não fibrosos (CNF) em relação aos animais alimentados com torta de mamona. Esses resultados são claramente justificados pela composição química (Tabela 3), pois, devido ao aumento do teor de matéria mineral do concentrado haver maior efeito de diluição para CNF, visto que, o cálculo é feito por diferença, e aumentando a quantidade de matéria mineral reduz os CNF. O aumento de

matéria mineral nesta dieta deve-se ao tratamento para a detoxicação do farelo de mamona com hidróxido de cálcio.

Digestibilidade dos nutrientes

Diversos são os fatores que podem influenciar no consumo dos animais, dentre estes pode ser destacado a digestibilidade dos nutrientes. Dietas mais digestíveis podem alterar o consumo em função aumentar a taxa de degradação e passagem da digesta (Mertens, 1994). Por outro lado, dietas menos digestíveis podem reduzir a taxa de degradação ruminal causando enchimento do rúmen caracterizando limitações físicas, sobretudo pela presença de elevada fração fibrosa (Mertens, 1994). Nesta pesquisa, os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (DFDN_{cp}), carboidratos não fibrosos (DCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre as dietas (Tabela 5). As médias, na mesma ordem, foram de 62,3; 57,4; 50,2; 50,1; 84,8 e 58,6%, respectivamente.

Tabela 5. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes em vacas mestiças em lactação recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas

Ítems	Dietas				EPM	P-valor
	Concentra do padrão	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona		
MS	63,40	63,50	62,70	59,65	5,28	0,40
PB	57,67	62,46	56,97	52,56	5,89	0,70
EE	51,77	58,18	51,26	39,74	4,87	0,09
FDN _{cp}	48,82	55,34	49,35	46,74	4,60	0,60
CNF	91,01	90,49	80,37	77,51	8,17	0,55
NDT	61,47	63,61	57,60	51,54	5,29	0,41

MS - matéria seca; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; FDN_{cp} - fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; CNF - carboidratos não fibrosos e NDT - nutrientes digestíveis totais. Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Desempenho produtivo e qualidade do leite

Os animais que receberam torta de mamona na dieta produziram 10,4% menos leite em relação aos animais alimentados com farelo de soja, farelo de girassol e torta de algodão ($P<0,01$) (Tabela 6). A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura também foi reduzida com o uso de torta de mamona em 1,96 kg/dia em relação ás

demais dietas. Não houve efeito das dietas sobre a eficiência alimentar (EA) e conversão alimentar (CA; $P > 0,05$).

Tabela 6. Desempenho produtivo de vacas mestiças em lactação alimentadas com dietas contendo coprodutos de oleaginosas

Desempenho	Dietas				EPM	P-valor
	Concentrad o padrão	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona		
PL (kg/dia)	13,85a	13,68 a	14,09a	12,43b	0,19	<0,01
PLCG (kg/dia)	14,08a	14,03a	14,01a	12,08b	0,37	<0,01
EA (kg Leite/MS)	0,97	0,98	1,06	0,94	0,08	0,70
CA (kg MS/Leite)	1,05	1,06	0,99	1,13	0,08	0,73
	Peso corporal					
VPC (kg/dia.)	0,157	0,100	0,118	0	-	-

PL – Produção de leite; PLCG - Produção de leite corrigida para gordura; EA – Eficiência Alimentar; CA – Conversão alimentar.

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A menor produção de leite dos animais que receberam torta de mamona em relação àqueles alimentados com dietas contendo concentrado padrão, farelo de girassol e torta de algodão, pode estar relacionada a um menor aporte de nutrientes, já que, pode-se observar um baixo teor de NDT da dieta (Tabela 3) associado à baixa digestibilidade dos componentes nutricionais e ao baixo consumo de CNF (Tabela 4), mesmo que não foi constatada diferença no consumo de MS e na digestibilidade. Vale ainda destacar que, os animais despenderam de mais tempo alimentando (Tabela 8), possivelmente tentando compensar a falta de energia na dieta.

De acordo com Ospina et al. (2000), a eficiência de produção de uma vaca está ligada a fatores relacionados ao animal (genética, condição corporal, estágio de lactação e número de crias) e a dieta (quantidade ofertada, razão volumoso:concentrado e nutrientes), sendo que, neste trabalho houve variações das características nutricionais das dietas.

Podemos observar aumento de variação de peso corporal dos animais consumindo dietas contendo concentrado padrão, farelo de girassol e torta de algodão e mesmo não avaliado estatisticamente esse parâmetro no estudo, essa condição pode aumentar a eficiência reprodutiva do rebanho. Os resultados encontrados para produção de leite e ganho de 150 g/dia preconizado inicialmente demonstraram que as exigências nutricionais para categoria animal estudada foram suficientemente atendidas pelas dietas supracitadas. Em contrapartida, a falta de ganho de peso nos animais que

receberam dieta contendo torta de mamona pode acarretar em deficiência de nutrientes para suas crias, período em que as vacas deveriam ganhar peso.

Tabela 7. Composição do leite de vacas mestiças em lactação alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel

Variáveis	Dietas				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona		
GOR (%)	3,59	3,66	3,21	3,50	0,15	0,22
PROT (%)	3,41	3,41	3,20	3,33	0,06	0,10
LACT (%)	4,56	4,61	4,60	4,52	0,04	0,49
ST (%)	12,55	12,70	12,01	12,32	0,20	0,13
ESD (%)	8,96	9,04	8,8	8,81	0,07	0,10
CCS (x mil/ml)	107,13	87,40	116,00	106,00	31,13	0,96
NU (mg/dL)	9,84	8,92	8,33	9,97	1,19	0,11
CAS (%)	2,65	2,66	2,47	2,54	0,05	0,09
PCAS (%)	77,64	78,04	77,05	76,77	0,36	0,06
RBQ (kg/kg)	5,99	5,92	6,31	6,45	0,16	0,10
RAQ (kg/kg)	5,26	5,20	5,54	5,66	0,14	0,10

GOR – Gordura; PROT – Proteína; LACT – Lactose; ST – Sólidos totais; ESD – Extrato seco desengordurado; CCS – Contagem de células somáticas; NU – Nitrogênio ureico; CAS – Caseína; PCAS - caseína na proteína total; RBQ – Rendimento bruto do queijo; RAQ – Rendimento ajustado do queijo. Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Entretanto, destaca-se que a inclusão dos coprodutos estudados não altera os teores de gordura (GOR), proteína (PROT), lactose (LACT), sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD), contagem de células somáticas (CCS) e nitrogênio ureico (NU), caseína (CAS) e caseína na proteína total (PCAS) ($P > 0,05$).

É interessante destacar que era previsto redução no teor de gordura do leite dos animais alimentados com a torta de algodão. Essa diminuição seria esperada principalmente em razão do maior conteúdo de lipídeos insaturados nestas dietas (4,10% na MS) e, ainda, devido aos efeitos ruminais e pós-ruminais desses ácidos graxos. Efeitos estes que acarretariam a diminuição dos teores de gordura do leite que geralmente estão associados ao efeito tóxico sobre a população bacteriana, que, segundo Van Soest (1994) resultaria em diminuição da produção de acetato e butirato no rúmen, substratos fundamentais para a síntese de gordura na glândula mamária.

Assim, pode-se pressupor que, as dietas utilizadas no estudo não diferiram quanto à proporção de ácidos graxos voláteis (acetato) produzidos no rúmen, desta forma, a porcentagem de gordura no leite foram semelhantes entre si.

De acordo com Cunha Filho et al. (2007), as variações observadas no teor de sólidos totais podem estar relacionadas diretamente com as variações do teor de gordura no leite, com o qual mantêm uma estreita relação, o que não foi confirmado neste estudo, visto que, não verificou diferença no teor de gordura. Os teores de sólidos totais são um importante indicador da qualidade do leite representada pela soma de todas as partes sólidas do leite, principalmente gorduras e proteínas consideradas, na indústria de laticínios, como os componentes que promovem o rendimento em produtos oriundos do leite, e por meio dos quais se faz o pagamento ao produtor pelo produto entregue à indústria. Entretanto, os resultados das análises químicas do leite encontrados neste trabalho estão dentro da faixa de valores recomendados pela legislação vigente no país (Instrução normativa 62), que preconiza os valores mínimos de 2,8% de proteína, 2,9% de gordura, 8,2% para sólidos não gordurosos (Brasil, 2011).

Para os teores de lactose as médias das dietas utilizadas foram de 4,5%. A concentração de lactose no leite depende principalmente da glicose que é produzida no fígado a partir do ácido propiônico produzido no rúmen. Este ácido é produzido em maior proporção quando quantidades adequadas de concentrado são fornecidas aos animais (Pereira, 2000). Por outro lado, de acordo com Fredeen (1996), a dieta tem pouco efeito em relação às alterações no conteúdo de lactose do leite. Assim, constatou-se que as fontes proteicas testadas não alteraram os teores de lactose no leite. Isso indica que o leite de vacas suplementadas com coprodutos de oleaginosas nestas mesmas conjunturas não tem as características físicas e químicas alteradas, sendo, portanto considerado um leite normal, podendo ser utilizado normalmente pelas indústrias de laticínios.

Os valores de proteína do leite são importantes, principalmente a caseína, pois tais concentrações afetam diretamente, diminuindo ou aumentando o rendimento de derivados do leite (Aguiar et al., 2015). Ainda segundo os autores, a substituição do farelo de soja por ureia, farelo de girassol e farelo de mamona não alterou os teores de caseína no leite (2,32%) e na proteína bruta (71,45%). Nesta pesquisa, os teores de caseína tiveram média de 2,58% e na proteína média de 77,37%.

O rendimento bruto e ajustado do queijo Minas Frescal para umidade com médias (6,16 kg/kg) e (5,41 kg/kg), respectivamente, não apresentou diferença entre dietas ($P=0,10$) (Tabela 7). Estes resultados já eram esperados, visto que, não houve diferença estatística para os teores de caseína. Ribeiro (2001) certifica que, quanto maior o teor de caseína, maior o rendimento do queijo.

Comportamento ingestivo

A utilização de coprodutos de oleaginosas na dieta de vacas lactantes não modificou ($P>0,05$) as atividades comportamentais em relação às fontes tradicionais de proteína (farelo de soja), (Tabela 8).

Tabela 8. Comportamento ingestivo de vacas mestiças lactantes recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas

Parâmetros (min./dia)	Dietas				EPM	P- valor
	Concentrado padrão	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona		
Tempo Alimentação	563,75	550,00	577,5	600,00	19,43	0,31
Ruminação	575,00	560,00	588,75	536,25	16,66	0,18
Ócio	268,75	296,25	240,00	268,75	17,38	0,19
Cocho	32,50	33,75	33,75	35,00	1,71	0,78

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O tempo dispendido para alimentação, ruminação, ócio e cocho foram em média de 572,81; 565,0; 268,4 e 33,8 minutos/dia, respectivamente. Alguns fatores são mencionados como responsáveis pelas variações no tempo de alimentação, ruminação, ócio e cocho como quantidade de suplemento (Adami et al., 2013; Macari et al., 2007), estrutura do dossel forrageiro (Teixeira et al., 2010; Zanine et al., 2009), teor de fibra em detergente neutro (Santos et al., 2006), horário e o número de ordenhas (Balocchi et al., 2002), taxa de passagem da forragem pelo rúmen e a relação consumo/exigência (Carvalho, 1997). No entanto, no presente trabalho, houve pouca ou nenhuma variação de alguns dos elementos citados acima, visto que, não houve diferença estatística para estas variáveis.

É interessante destacar que as diferentes fontes proteicas estudadas não afetaram ($P>0,05$) as variáveis comportamentais dos animais conforme pode ser verificado na Tabela 9.

Tabela 9. Variáveis do comportamento ingestivo de vacas mestiças lactantes recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas

Variáveis	Dietas				EPM	P-valor
	Concentrad o padrão	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona		
NM/bolo	49,28	49,56	50,61	49,91	0,91	0,75
TM/bolo (s)	50,02	48,89	50,18	50,87	1,02	0,60
NBR (n/dia)	695,15	696,19	710,55	640,41	23,75	0,20
NM (n/dia)	34017	34294	35987	32050	1204	0,18
TMT (h/dia)	19,53	19,05	20,01	19,53	0,29	0,18

NM – Número de mastigações; TM – Tempo de mastigação; NBR – Número de bolos ruminais; TMT – Tempo de mastigação total.

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Segundo Albright (1993), o tempo gasto com alimentação é um dos fatores limitantes do consumo de alimentos em função do número de movimentos mastigatórios, proporcionando um menor consumo de nutrientes. Fischer et al. (1996) ressaltam ainda que, os animais que consomem mais alimentos apresentam menor número de bolos ruminais e menor tempo de mastigação por bolo. O fato relatado não foi verificado neste estudo, pois o consumo de MS foi igual em todas as dietas.

O TMT é mensurado mediante a somatória do TA e do TR (Tabela 9). O que explica a igualdade desta variável entre as dietas é o fato de não ter ocorrido diferenças nos consumos de MS e de FDN (Tabela 4). Isso ocorreu devido ao mesmo volumoso fornecido em todas as dietas, apresentando disponibilidade de forragem bem próximas nos 4 períodos experimentais (Tabela 2), além da relação volumoso:concentrado semelhantes (Tabela 1).

Os tempos gastos no consumo, ruminação e mastigação da MS e FDN, respectivamente, em minuto/kg (Tabela 10), não diferiram ($P > 0,05$) entre as dietas.

Tabela 10. Parâmetros comportamentais de vacas mestiças lactantes recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas

Parâmetros	Dietas				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona		
Consumo						
MS (min./kg)	41,61	44,05	45,66	43,63	2,97	0,81
FDN (min./kg)	80,31	73,99	85,98	91,04	7,87	0,48
Ruminação						
MS (min./kg)	39,5	41,63	41,63	37,38	2,43	0,56
FDN (min./kg)	76,13	70,13	78,00	74,50	6,82	0,87
Mastigação						
MS (min./kg)	81,25	85,5	87,25	80,88	4,6	0,71
FDN (min./kg)	156,38	144,13	164	165,25	13,75	0,69

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A inexistência de efeito das dietas sobre o TA (Tabela 8) e consumo de MS e FDN em kg/dia (Tabela 4) foi o que definiu os resultados para consumo de MS e FDN em min./kg. O mesmo foi constatado para ruminação de MS e FDN em min./kg, devido à falta de significância no TR (Tabela 8) e consumo de MS e FDN em kg/dia. Os tempos de mastigação da MS e FDN em min./kg não foram afetados em decorrência da falta de efeito das dietas sobre o TMT (Tabela 9) e consumo de MS e FDN.

Segundo Souza et al. (2016), o maior consumo médio diário de MS está associado, primeiramente, com o menor tempo gasto ingerindo e ruminando diariamente. Diante do exposto, os coprodutos de oleaginosas não foram capazes de interferir nestes tempos, mostrando um eficiente consumo de matéria seca para todas as dietas.

As eficiências de alimentação e ruminação da MS e da FDN em g/hora (Tabela 11) não diferiram entre as dietas ($P > 0,05$).

Tabela 11. Eficiência de alimentação e ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro de vacas mestiças em lactação recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas

Variáveis	Dietas				EPM	P-valor
	Concentrad o padrão	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona		
EALMS (g/h)	1582,03	1502,76	1510,74	1470,41	86,33	0,83
EALFDN (g/h)	843,65	915,36	856,24	780,71	70,38	0,61
ERMS (g/h)	1575,95	1494,19	1470,89	1733,16	116,72	0,40
ERFDN (g/h)	831,26	914,31	823,69	881,96	86,05	0,86

EALMS - Eficiências de alimentação da matéria seca; EALFDN - Eficiências de alimentação da fibra em detergente neutro; ERMS - Eficiências de ruminação da matéria seca; ERFDN - Eficiências de ruminação da fibra em detergente neutro. Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As eficiências de alimentação e de ruminação são afetadas, primeiramente, pelo consumo animal (Carvalho et al., 2011), portanto, como não houve diferença no consumo de matéria seca, e nos tempos de alimentação e ruminação também não houve alteração na quantidade de matéria seca ruminada por hora.

A mudança dos ingredientes das dietas como estratégia econômica e nutricional é um fator que pode promover alterações na produção animal. Quando isso não ocorre, fica evidente o potencial das fontes alternativas sobre a nutrição animal. Os resultados desta pesquisa evidenciam que os coprodutos da agroindústria podem ser utilizados em dietas sem afetar as atividades que envolvem o comportamento ingestivo.

4- CONCLUSÕES

Recomenda-se inclusão de 50% de farelo de girassol, torta de algodão na matéria seca do concentrado de dietas para vacas em lactação, pois não altera o consumo, digestibilidade dos nutrientes, desempenho produtivo e rendimento de queijos.

A torta de mamona quando incluída em 50% da matéria seca do concentrado em dietas para vacas em lactação pode reduzir a produção de leite.

Os coprodutos estudados apresentam potencial de utilização em dietas de vacas mestiças em lactação em substituição parcial ao farelo de soja, pois não alteram o comportamento ingestivo.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R.; CARMO, C. A.; EDUARDO J. L. P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p. 260-258, 2008.

ADAMI, P.F.; PITTA, C.S.R.; SILVEIRA, A.L.F.; PELISSARI, A.; HILL, J.A.G.; ASSMANN, A.L.; FERRAZZA, J.M. Comportamento ingestivo, consumo de forragem e desempenho de cabritas alimentadas com diferentes níveis de suplementação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.2, p.220-227, 2013.

AGUIAR, M. S. M. A.; SILVA, F.F.; DONATO, S.L.R.; SCHIO, A.R.; SOUZA, D.D.; MENESES, M.A.; LEDO, A.A. Síntese de proteína microbiana e concentração de ureia em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira *Opuntia*. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 36, p. 999-1012, 2015.

ALBRIGHT, J.L. 1993. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n.2, p.485-498. 1993.

AOAC, 1995. **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington.

BALOCCHI, O.; PULIDO, R.; FÉRNANDEZ, J. Comportamiento de vacas lecheras em pastoreo com y sin suplementación com concentrado. **Agricultura Técnica**, v.62, n.1, p.87-98, 2002.

BENEDETTI, E.C.; RODRÍGUEZ, N.M.; CAMPOS, W.E.; BORGES, A.L.C.C.; SALIBA5, E.S. Consumo de alimentos e produção de leite de vacas mestiças mantidas em diferentes pastagens tropicais. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 3, p. 578-589, 2008.

BRASIL. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Leite Cru Refrigerado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 dez. de 2011. Seção 1. PEREIRA, J.C. Vacas leiteiras: aspectos práticos da alimentação. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. Ed. UFV, 2000.

CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; DETMANN, E.; RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T.; SILVA, R.R.; PINHO, B.D. Comportamento ingestivo em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, n.8, p.1767-1773, 2011.

CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 1997. P.25-52.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

COSTA, E.I.S.; CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; DIAS, C.A.S.; CERUTTI, W.G.; OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, A.M.; MARANHÃO, C.M.A. Feeding behavior and responses in grazing lactating cows supplemented with peanut cake. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.44, p. 138-145, 2015.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S.; GONÇALVES, L.C.; VALADARES, R.F.D. Níveis de Proteína em Suplementos para Terminação de Bovinos em Pastejo Durante o Período de Transição Seca/Águas: Digestibilidade Aparente e Parâmetros do Metabolismo Ruminal e dos Compostos Nitrogenados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1380-1391. 2005.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análises de alimentos** - INCT – Ciência Animal. Editora UFV. 2012. 214 p.

DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BATISTA, E.D.; HUHTANEN, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, p. 141–153, 2014.

FERRAZ, J.B.S.; FELÍCIO, P.E. Production systems – An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, p. 238–243, 2010.

FISCHER, V. **Efeito do fotoperíodo, da pressão de pastejo e da dieta sobre o comportamento ingestivo de ruminantes**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 243p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

FREDEEN, A.H. Considerations in the nutritional modification of milk composition. **Animal Feed Science and Technology**, v.59, p.185, 1996.

GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistema de produção**. Brasília: IICA/EMBRAPA CNPGL, 1986. 197p.

GOERING, H.K., VAN SOEST., P.J. **Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA. 1970.

HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 3226-3232, 2003.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2016. Indicador IBGE-Estatística da Produção Pecuária. Rio de Janeiro. p.1-47.

JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANEJTE, L.T. (Ed.). **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1978. p.96-102.

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

LIMA, H.L.; GOES, R.H.T.B.; OLIVEIRA, E.R.; GRESSLER, M.G.M.; BRABES, K.C.S.; GABRIEL, A.M.A. Nitrogenous compounds balance and microbial protein synthesis in steers supplemented with sunflower crushed in partial replacement of soybean meal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 3, p. 281-288, 2013.

MACARI, S.; ROCHA, M.G.; PÖTTER, L.; ROMAN, J.; BREMM, C.; COSTA, V.G. Comportamento ingestivo diurno de novilhas de corte recebendo níveis de suplemento. **Ciência Rural** 37:1746-1752, 2007.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1463-1481, 1997.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization, G. C. Fahey, Jr, M. Collins, D. R. Mertens, and L. E. Moser, ed., **American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America**, Madison, WI. 1994. p.450– 493.

MINSON, D. J. (1990). **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 483p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381p.

OLIVEIRA, A.S.; OLIVEIRA, M.R.C.; CAMPOS, J.M.S. et al. Eficácia de diferentes métodos de destoxificação da ricina do farelo de mamona. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2., 2007, Brasília. **Anais...** Brasília: MCT/ABIPTI, 2007. p.1-6. (CD-ROM).

OLIVEIRA, J.S. **Queijo: fundamentos tecnológicos**. 2.ed. Campinas: Unicamp, 1986. 146p.

OSPINA, H.; MÜHLBACH, P.R.F.; PRATES, E.R.; BARCELLOS, J.O.J.; SILVEIRA, A.L.F. da. Por Que e Como Otimizar o Consumo de Vacas em Lactação. In: ENCONTRO ANUAL DA UFRGS SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2000, Porto Alegre. [**Anais**]: Novos desafios para a produção leiteira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre : Departamento de Zootecnia da UFRGS, p. 37-72., 2000.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BARROS, L.V. de. Nutrição de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2008, Viçosa. **Anais**. Viçosa: DZO-UFV, 2008. p.131-169.

PEREIRA, J. C. **Vacas leiteiras: aspectos práticos da alimentação**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 2000, 198p.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M.; PARENTE, H. N.; FERREIRA, D. J.; ALMEIDA J. C. C. Comportamento ingestivo de bezerras (Holandês x Zebu) sob pastejo no cerrado goiano. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 2, p. 143-151, 2006.

SAS INSTITUTE. **Advanced general linear models with an emphasis on mixed models**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1996. 614p.

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

SILVA, F.F.; SÁ, J.F.; SCHIO, A. R.; ÍTAVO, L.C.V.; SILVA, R.R.; MATEUS, R.G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.371-389, 2009.

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

SKLAN, D. R.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A.; DEVORIN, A.; TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 2463-2472, 1992.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.7, p.3562-3577, 1992.

SOUSA, B.M.; SATURNINO, H.M.; BORGES, A.L.C.C.; LOPES, F.C.F.; SILVA, R.R.; CAMPOS, M.M.; PIMENTA, M.; CAMPOS, W.C. Estimativa de consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro por vacas leiteiras sob pastejo, suplementadas com diferentes quantidades de alimento concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.890-895, 2008.

SOUZA, D.D.; SILVA, F.F.; SCHIO, A.R.; PORTO JUNIOR, A.F.; SILVA, R.R.; SANTIAGO, B.M.; RODRIGUES, E.S.O.; ABREU, A.C.; PACHECO, C.C.; MURICY, J.F. Feeding behavior of dairy cows fed different levels of castor meal in the diet. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, p. 2355-2364, 2016.

TEIXEIRA, F. A.; MARQUES, J. A.; SILVA, F. F.; PIRES, A. J. V. Comportamento ingestivo e padrão de deslocamento de bovinos em pastagens tropicais. **Archivos de Zootenia**, v. 59, p. 57-70, 2010.

VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, UFPB, 2006. p.291-322.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University Press, 1985, 202p.

WEISS, W.P. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.830-839, 1998.

WILM, H.G., COSTELLO, O.F., KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double sampling method. **Agronomy Journal**, v.36, p.194-203, 1944.

ZANINE, A. M.; VIEIRA, B. R.; FERREIRA, D. J.; VIEIRA, A. J. M.; LANA, R. P.; CECON, P. R. Comportamento ingestivo de vacas Girolandas em pastejo de *Brachiaria brizantha* e Coast-cross. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 10, p.85-95, 2009.

ZERVOUDAKIS, J.T.; LEONEL, F.P.; CABRAL, L.S.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L.K.; ALVES, A.F.; COSENTINO, P.N.; PAULA, N.F.; CARVALHO, D.M.G. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão alta energia em dietas para vacas leiteiras: composição do leite e custo de produção. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p 150-159, 2010.

IV- CAPÍTULO II

DEGRADAÇÃO RUMINAL DE NUTRIENTES E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA EM VACAS MESTIÇAS LACTANTES ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO COPRODUTOS DE OLEAGINOSAS

Resumo: Objetivou-se avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro dos coprodutos, balanço de nitrogênio, eficiência de utilização de nitrogênio e síntese de proteína microbiana em vacas mestiças lactantes. O experimento foi realizado na Faz. Campestre/Curral de Dentro-MG e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens (UESB). Foram utilizadas quatro dietas constituídas por: concentrado padrão à base de milho e farelo de soja - D1 e inclusão de 50% na matéria seca do concentrado padrão de farelo de girassol – D2, de torta de algodão – D3 ou torta de mamona – D4. Para o ensaio de degradabilidade foram avaliados 3 coprodutos (farelo de girassol, torta de algodão e torta de mamona). O volumoso utilizado foi *Brachiária brizantha* cv. Marandu. A relação volumoso:concentrado média foi de 72:28. Foram utilizados 3 bovinos mestiços com peso médio de 280 Kg para o ensaio de degradabilidade. Foram utilizadas 8 vacas mestiças, com produção média de leite de 14 kg/dia e aproximadamente 120 dias de lactação, distribuídas em dois quadrados latinos 4 × 4 (4 animais, 4 dietas, 4 períodos), com período experimental total de 76 dias, divididos em quatro períodos de 19 dias. Os concentrados foram fornecidas às vacas duas vezes ao dia, às 07:00 h e às 15:00 h, no momento da ordenha. No 16º dia foi retirada uma amostra de leite, homogeneizada e misturada com conservantes distintos para análise de alantoína e nitrogênio ureico. O farelo de girassol apresentou médias 35,00% superior para a fração prontamente solúvel da MS (Fração A) em a torta de algodão e torta de mamona, respectivamente (média 24,46%). A torta de algodão apresentou maiores médias para degradabilidade potencial da matéria seca (76,86%) e fração fibrosa (63,44%) em relação aos demais coprodutos. O farelo de girassol apresentou maior fração A (42,22%), degradabilidade efetiva (81,83%; 5%/h) e fração indegradável (6,63%) da proteína bruta em relação a torta de algodão e torta de mamona. A ingestão de nitrogênio e balanço de nitrogênio não apresentaram diferença entre dietas. Para as excreções de nitrogênio não houve diferença entre dietas, com

exceção do nitrogênio do leite que teve menor valor para o tratamento que continha torta de mamona. Não houve diferença para o nitrogênio microbiano, proteína bruta microbiana e eficiência microbiana. A substituição parcial do farelo de soja por farelo de girassol, torta de algodão e torta de mamona não altera o balanço de compostos nitrogenados para vacas lactantes.

Palavras-chave: eficiência microbiana, farelo de soja, nitrogênio ingerido, nitrogênio no leite, nitrogênio ureico.

IV- CHAPTER II

RUMINAL DEGRADABILITY NUTRIENTS AND SYNTHESIS OF MICROBIAL PROTEIN IN FEMALE COWS FED WITH DIETS CONTAINING CO-PRODUCTS OF OLEAGINOSAS

Abstract: The objective was to evaluate the rumen degradability of the dry matter, crude protein and neutral detergent fiber of co-products, nitrogen balance, nitrogen utilization efficiency and microbial protein synthesis in lactating crossbred cows. The experiment was carried out in the farm *Campestre/Curral de Dentro-MG* and at the Laboratory of Forage and Pasture (UESB). Four diets consisted of: standard concentrate based on corn and soybean meal - D1 and inclusion of 50% in the dry matter of the concentrate of sunflower meal - D2, of cotton cake - D3 or castor cake - D4. For the degradability test, three co-products (sunflower meal, cotton cake and castor cake) were evaluated. The bulky used *Brachiaria brizantha* cv Marandu. The voluminous: average concentrate ratio was 72:28. Three crossbred cattle with an average weight of 280 kg were used for the degradability test. Eight crossbred cows with a mean milk yield of 14 kg/day and approximately 120 days of lactation were used, distributed in two 4 × 4 Latin squares (4 animals, 4 diets, 4 periods), with a total experimental period of 76 days, Divided into four periods of 19 days. The concentrates were supplied to the cows twice a day at 07:00 a.m. and 3:00 p.m. at the time of milking. On the 16th day a sample of milk was collected, homogenized and mixed with different preservatives for analysis of allantoin and urea nitrogen. The sunflower meal had a mean 35.00% higher for the readily soluble fraction of DM (Fraction A) in the cotton cake and castor cake, respectively (mean 24.46%). The cotton cake presented higher averages for potential degradability of the dry matter (76.86%) and fibrous fraction (63.44%) in relation to the other co - products. Sunflower meal presented higher A fraction (42.22%), effective degradability (81.83%, 5%/h) and undegradable fraction (6.63%) of crude protein in relation to cotton cake and castor cake. Nitrogen intake and nitrogen balance showed no difference between diets. For the nitrogen excretions there was no difference between diets, except for the nitrogen of the milk that had lower value for the treatment that contained castor cake. There was no difference for microbial nitrogen, crude microbial

protein and microbial efficiency. Partial replacement of soybean meal with sunflower meal, cotton cake and castor oil cake does not alter the nitrogen balance for lactating cows.

Keywords: Microbial efficiency, soybean meal, nitrogen ingested, nitrogen in milk, urea nitrogen.

1- INTRODUÇÃO

Na alimentação animal, os compostos nitrogenados são os componentes que mais oneram os custos de produção. Nesse sentido, os estudos relacionados à utilização ruminal tanto dos compostos nitrogenados como dos carboidratos, que influenciam a síntese de proteína microbiana, tem recebido atenção especial como estratégia de formular dietas cada vez mais eficientes sobre o uso de nutrientes (Monção et al., 2016).

Entre os suplementos proteicos disponíveis para a alimentação de vacas leiteiras, o farelo de soja é o mais utilizado. Entretanto, destaca-se o potencial e disponibilidade em determinadas regiões, de fontes alternativas como os farelos e tortas, ricas em compostos nitrogenados, oriundas da produção de biocombustíveis como fontes nutricionais para ruminantes (Souza et al., 2016). No entanto, para que seja possível obter ou manter a produção animal desejada, a melhoria na eficiência de uso da proteína bruta dietética é fundamental, tornando necessária a avaliação de fontes proteicas que atendam os requerimentos de aminoácidos, peptídeos e nucleotídeos dos microrganismos ruminais e do animal (Bequette et al., 1998). Além disso, a avaliação da degradabilidade ruminal das diferentes frações das dietas permite maximizar a síntese de proteína microbiana, reduzir perdas energéticas e nitrogenadas (Carvalho et al., 2008) e balancear dietas que atendam às exigências dos microrganismos ruminais e do hospedeiro, resultando em maior produtividade animal (Veloso et al., 2006; Monção et al., 2014).

Dentre os métodos de avaliação de alimentos para ruminantes, a técnica *in situ* tem se destacado, por ser precisa e apresentar melhor viabilidade que as técnicas *in vivo* (Nocek, 1988). No Brasil, são realizados estudos com essa técnica para avaliar forragens, resíduos agrícolas e coprodutos industriais na alimentação de bovinos (Goes et al., 2004; Oliveira et al., 2015; Monção et al., 2016).

Aliados aos métodos de avaliação de alimentos são necessários estudos com ênfase na avaliação da eficiência de utilização dos compostos nitrogenados da dieta, sobretudo no ajuste das formulações e na preservação do meio ambiente. Elevadas concentrações de ureia no sangue e no leite são positivamente correlacionadas à ingestão de nitrogênio, o que não é interessante no ponto de vista nutricional e econômico (Gustafsson & Palmquist, 1993; Oltner & Wiktorsson, 1983). Em vacas em lactação mantida em pastejo, os valores referência de ureia no sangue e no leite podem variar de 12 mg/dL a 25 mg/dL (Peres, 2001; Lucci et al., 2006). Sendo que maiores médias de ureia tanto no leite como no plasma é indicativo de ineficiência de utilização

dos compostos nitrogenados. Assim, o monitoramento dos teores de nitrogênio uréico na urina (NUS) e nitrogênio ureico no leite (NUL) parece ser estratégia efetiva para reduzir as perdas de nitrogênio (Broderick & Clayton, 1997). O aumento na eficiência de uso do nitrogênio reduz a eliminação de compostos nitrogenados no ambiente (NRC, 2001).

Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão do farelo de girassol, torta de algodão e torta de mamona em dietas para vacas mestiças lactantes em pastejo sobre o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana. Ainda, avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca, proteína bruta e fração fibrosa dos coprodutos utilizados nestas dietas.

2- MATERIAL E MÉTODOS

As técnicas e os procedimentos utilizados na presente pesquisa estão dentro das normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (protocolo nº 128/2016, em reunião do dia 15/04/2015).

Local, animais e delineamento experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Campestre, localizada no município de Curral de Dentro, MG, e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA.

Foram utilizadas 08 vacas mestiças Holandês-Zebu, lactantes, de segunda ou terceira lactação, com peso corporal (PC) médio de 450 kg, produção média de leite de 14 kg/dia e período de lactação de aproximadamente 120 ± 8 dias. O delineamento experimental adotado foi o duplo quadrado latino 4×4 , cada um compostos de quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais cada. O experimento teve duração de 76 dias, dividido em quatro períodos de 19 dias, sendo que, os 15 primeiros dias de cada período foram para adaptação dos animais às dietas, e os 4 últimos para coleta de dados, segundo metodologia descrita por Santos et al., (2006).

Manejo dos animais, tratamentos experimentais e composição da dieta

O volumoso utilizado foi *Brachiária Brizantha* cv. Marandu, cultivado em piquetes irrigados, em sistema de pastejo intermitente, com duração de 2 dias em cada piquete com taxa de lotação de 1 UA/ha. Os animais foram providos de praça de alimentação composta de cocho para mineralização e bebedouros.

Foram utilizadas quatro dietas constituídas por: concentrado padrão à base de milho e farelo de soja - D1 e inclusão de 50% na matéria seca do concentrado padrão de farelo de girassol – D2, de torta de algodão – D3 ou torta de mamona – D4. As dietas foram formuladas conforme o NRC (2001), para vacas no terço médio da lactação, com média de 450 kg de PC ± 62 , a fim de conter nutrientes suficientes para manutenção, ganho de peso corporal de 0,150 kg/dia e produção de 14 kg de leite/dia, utilizando como base os dados da composição químico-bromatológica do capim *Brachiaria brizantha*, milho, farelo de soja, farelo de girassol, torta de algodão e torta de mamona (Tabelas 1, 2 e 3). Foram formuladas para serem isonitrogenadas e foram fornecidas às

vacas duas vezes ao dia, às 07:00 h e às 15:00 h, na forma de ração concentrada, no momento da ordenha.

Tabela 1. Proporções de ingredientes dos concentrados, com base na matéria seca e razão volumoso:concentrado das dietas contendo diferentes coprodutos de oleaginosas para vacas lactantes

Ingredientes (%)	Concentrados			
	Concentrado padrão	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona
Milho Moído	63,51	43,27	34,93	38,42
Farelo de Soja	33,49	4,30	12,72	8,20
Farelo de Girassol	-	49,43	-	-
Torta de Algodão	-	-	49,35	-
Torta de Mamona	-	-	-	50,38
Núcleo mineral vitamínico ¹	3,00	3,00	3,00	3,00
		Ração (%)		
Volumoso	72,17	72,50	72,05	71,60
Concentrado	27,83	27,50	27,95	28,40

¹ Composição para cada 1000 g do produto: Cálcio- 250 g, Fósforo- 44 g, Enxofre- 15 g, Sódio- 65 g, Magnésio- 20 g, Cobalto- 25 mg, Cobre- 665 mg, Iodo- 40 mg, Manganês- 1800 mg, Selênio- 15 mg, Zinco- 2500 mg, Flúor (máx.) 912 mg, Vit. A- 200000 UI, Vit. D₃- 50000 UI, Vit. E- 800 UI.

Tabela 2. Disponibilidade e oferta de forragem referente aos períodos experimentais

Item	Período experimental				Média
	1	2	3	4	
Massa de forragem (kg/ha)	2643,8	2490,6	2650,9	2586,4	2592,9
OF ¹ (kg de MS/100 kg PC)	7,21	7,00	7,32	7,12	7,16

¹ Oferta de forragem

Tabela 3. Composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* e dos concentrados

Nutrientes (%)	<i>Brachiaria brizantha</i> ¹	Concentrados			
		Concentrado padrão	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona
MS ²	30,00	86,50	87,10	86,90	87,40
PB ²	7,70	22,00	22,30	22,10	22,40
EE ²	1,75	2,80	2,60	4,10	1,50
CNF ²	11,45	51,10	35,60	23,20	23,90
FDN _{CP} ²	67,02	18,40	29,50	36,20	28,30
FDA ²	35,97	8,80	18,80	25,90	23,20
FDNi	18,32	3,70	18,00	15,00	23,00
LIG ²	9,52	2,50	10,00	15,60	17,20
MM ²	6,87	6,60	6,30	6,30	15,50
NDT ³	53,00	83,10	68,20	59,70	51,20
NDT ³ (dietas)	-	68,00	60,6	56,3	52,1

¹ P. Simulado - Pastejo Simulado; ² Porcentagem da matéria seca; ³ Estimado pelas equações do NRC (2001). MS - matéria seca; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; CNF - carboidratos não fibrosos; FDN_{CP} - fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA - fibra em detergente ácido; FDNi - fibra em detergente neutro indigestível; LIG - lignina; MM - matéria mineral e NDT - nutrientes digestíveis totais.

A torta de mamona foi detoxificada previamente com utilização de solução Ca(OH)₂, sendo que, cada quilograma foi diluído em 10 litros de água e aplicados na quantidade de 60 g de Ca(OH)₂ por quilograma de torta de mamona, com base na matéria natural, conforme recomendado por Oliveira et al. (2008).

As vacas foram pesadas no início e no final de cada período experimental, para obtenção do peso corporal médio para cada período experimental.

Avaliações

Características do pasto

A biomassa da forragem foi estimada conforme o método da dupla amostragem Wilm et al. (1944), com o auxílio de um quadrado com área (0,25m²), lançado de forma aleatória, 40 vezes na área pastejada. Antes de jogar o quadrado, foi utilizado o método indireto para a quantificação da produção de forragem por hectare, através de observação visual, classificando a forrageira existente na área em determinados escores: 1, 2 e 3, sendo que, cada escore correspondente à produção da forrageira *in natura*, considerada escore 1 com altura até 20 cm, média até 40 cm e alta acima de 40 cm de massa da forragem. Das 40 amostras avaliadas visualmente, apenas 12 lançados ao

acaso, foram coletados por meio de cortes, armazenadas em sacos plásticos e posteriormente pesadas em uma balança digital com precisão de 5 g.

De posse dos valores das amostras cortadas e estimadas visualmente, por meio da equação proposta por Gardner (1986), foi possível calcular a quantidade de biomassa de forragem disponível na área, expressa em kg MS/ha. Também foi realizada a coleta do pasto através do pastejo simulado, observando o pastejo das vacas e, posteriormente, coletando o pasto no extrato consumido, simulando o material ingerido pelo animal, conforme Johnson (1978). As amostras de pasto e pastejo simulado foram armazenadas a -20°C para posteriores análises químicas e bromatológicas.

A taxa de lotação (TL) foi calculada considerando a unidade animal (UA) como sendo 450 kg de PC, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$TL = (UA_t)/\text{área}$$

em que: TL = taxa de lotação, em UA/ha; UA_t = unidade animal total; Área = área experimental total, em ha.

A oferta de forragem (OF) foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$OF = \{DISP/(PC/100)\}/\text{dia}$$

em que: OF = oferta de forragem, em kg MS/100 kg PC/dia; DISP = disponibilidade de forragem em kg de MS/ha; PC = peso corporal dos animais; DIA = duração do período experimental em número de dias.

Composição química

As análises químicas das amostras de pasto, dos concentrados e das fezes foram determinadas conforme as seguintes metodologias: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) de acordo com a AOAC (1995). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizados seguindo os procedimentos descritos Van Soest & Robertson (1985). Os teores de celulose foram solubilizados com ácido sulfúrico 72 %, e o conteúdo de lignina obtido pela diferença como proposto por Goering & Van Soest (1970). O teor de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína foi realizado segundo recomendações de Licitra et al. (1996) e Mertens (1980), (Tabela 3).

As estimativas dos teores de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDN_{pD}) e matéria seca potencialmente digestível (MS_{pD}) dos alimentos foram obtidas de acordo com Paulino et al. (2008).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinza)$.

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinza e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), sendo: $CNFcp = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinzas)$.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1998), mas utilizando a FDN e CNF corrigindo para cinza e proteína, pela seguinte equação: $NDT (\%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2,25EED$, em que: PBD = PB digestível; FDNcpD = FDNcp digestível; CNFcpD = CNFcp digestíveis; e EED = EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001). Para o cálculo do NDTest do capim *Brachiaria Brizantha* utilizou-se a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-1,2 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - Lignina) \times [1 - (Lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$ e para o cálculo do NDTest das rações concentradas, a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-0,4 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - lignina) \times [1 - (lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$; sendo que, nas equações acima: $FDNp = FDN - PIDN$ (PIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro $\times 6,25$) PF = efeito do processamento físico na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos. PIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido $\times 6,25$. Para valores de $EE < 1$, na equação $(EE - 1) = 0$.

Degradabilidade ruminal de nutrientes

Para avaliação da degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) das dietas foram utilizados três bovinos adultos, peso de 280 kg, machos, castrados, mestiços (Nelore \times Holandês), portando cânulas ruminais. Os animais foram mantidos em um piquete único e manejados nos intervalos de alimentação em espaço sombreado para atividades. Os ruminantes foram alimentados com um mix proporcional das dietas (33% de cada), fornecido às 6h, 12h e 17 horas, recebendo água e sal mineral à vontade. Adotou-se um período de 15 dias para a adaptação dos microrganismos ruminais às dietas experimentais e dos animais ao manejo antes da incubação.

Os tempos de incubação avaliados foram 0, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Amostras contendo dois gramas de matéria seca foram incubadas em sacos de náilon (7 \times 14cm) com porosidade de 50 μ m, a uma densidade de 20mg de MS cm^{-2} de saco

(Nocek, 1988). As amostras foram incubadas no rúmen, na sequência dos maiores para os menores tempos. Após a retirada, os sacos foram colocados em água com gelo, para cessar a atividade microbiana e, posteriormente, lavados em água corrente até que esta estivesse límpida e sem material suspenso. Para estimação da fração prontamente solúvel, os sacos foram incubados no rúmen por três minutos e, em seguida, lavados da mesma forma que os sacos desincubados.

Os sacos com o material restante (resíduo) da digestão foram acondicionados em bandejas plásticas e colocados em estufa com circulação forçada, a 65°C por 72 horas até atingir peso constante. Por diferença de peso, foi determinado o desaparecimento da MS em função do tempo de incubação, sendo a matéria seca determinada em estufa a 105°C. Determinaram-se os teores de PB e FDN, segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Os dados obtidos nos tempos de incubação para MS e PB foram ajustados para regressão não-linear pelo método de Gauss-Newton, conforme a equação proposta por Orskov & McDonald (1979): $Y=a+b(1-e^{-ct})$, em que: Y = degradação acumulada do componente nutritivo analisado, após o tempo t; a = intercepto de curva de degradação quando t = 0, que corresponde à fração solúvel em água do componente nutritivo analisado; b = potencial da degradação da fração insolúvel em água do componente nutritivo analisado; a+b = degradação potencial do componente nutritivo analisado quando o tempo não é fator limitante; c = taxa de degradação por ação fermentativa de b; t = tempo de incubação.

Depois de calculados, os coeficientes a, b e c foram aplicados à equação proposta por Ørskov & McDonald (1979): $DE=a+(bc/c+k)$, em que: DE = degradação ruminal efetiva do componente nutritivo analisado; k = taxa de passagem do alimento. Assumiram-se taxas de passagem de partículas no rúmen estimadas em 2, 5 e 8% h⁻¹, conforme sugerido pelo AFRC (1993).

A degradabilidade da FDN foi estimada utilizando-se o modelo de Mertens & Loften (1980): $R_t = B \times e^{-ct} + FI$, em que R_t = fração degradada no tempo t; B=fração insolúvel potencialmente degradável e FI = fração indigestível. Após os ajustes da equação de degradação da FDN, procedeu-se à padronização de frações, conforme proposto por Waldo et al. (1972), utilizando-se as equações: $BP= B/(B+FI) \times 100$; $FIP= FI/ (B+FI) \times 100$, em que: BP = fração potencialmente degradável padronizada (%); FIP= fração indigestível padronizada (%); B=fração insolúvel potencialmente degradável e FI = fração indigestível. No cálculo da degradabilidade efetiva da FDN, utilizou-se o modelo: $DE= BP \times c/(c+k)$, em que BP é a fração potencialmente degradável (%) padronizada.

Balanco de Nitrogênio e síntese microbiana

As vacas foram ordenhadas com ordenhadeira mecânica duas vezes ao dia, às 7:00 e às 15:00 h, utilizando solução pré-dipping e pós-dipping nos tetos de todos os animais, sendo adotado o mesmo manejo para todos os grupos experimentais.

No 16º dia, foi retirada uma amostra de leite homogeneizado, sendo que uma alíquota de 10 mL foi misturada com 5 mL de ácido tricloroacético a 25%, filtrada em papel de filtro e o sobrenadante armazenado a -20°C para posterior análise de alantoína de acordo com os procedimentos descritos por Chen & Gomes, 1992 e ureia usando kit comercial. A concentração de nitrogênio ureico no leite foi determinada indiretamente por meio da seguinte fórmula: Nitrogênio ureico = ureia (mg/dl)/2,14 (Gutmann & Bergmeyer, 1974).

No 19º dia foram realizadas coletas de urina, *spot*, em micção espontânea dos animais, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação matinal. As amostras foram filtradas em gaze e uma alíquota de 10 mL foi separada e diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) (Valadares et al., 2000), a qual foi destinada à quantificação das concentrações urinárias de ureia, nitrogênio, creatinina, ácido úrico através de kits comerciais e alantoína pelo método colorimétrico seguindo os procedimentos de Chen & Gomes, (1992).

As concentrações de creatinina e ácido úrico na urina e ureia na urina, leite e plasma sanguíneo foram determinadas utilizando-se kits comerciais (Bioclin). A conversão dos valores de ureia em nitrogênio ureico foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,4667, correspondentes ao teor de nitrogênio na ureia. Os teores urinários de alantoína foram estimados por intermédio de métodos colorimétricos, conforme especificações de Chen & Gomes (1992), sendo o teor de nitrogênio total obtido pelo método de Kjeldhal (Silva & Queiroz, 2002).

O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido (N-total) e o total de nitrogênio excretado nas fezes (N-fezes), no leite (N-leite) e na urina (N-urina). A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi feita segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002) e o nitrogênio do leite pelo analisador ChemSpec 150, pelo método enzimático e espectrofotométrico, no Laboratório da Clínica do leite, do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

A excreção diária de creatinina considerada para estimar o volume urinário por intermédio das amostras de urina *spot* foi de 24,05 (mg/kg PC), de acordo com o proposto por Chizzotti (2004).

O volume urinário, contudo, foi estimado a partir da relação entre a excreção de creatinina (mg/kg PC/dia) relatada anteriormente e concentração média de creatinina (mg/L) na urina *spot*, multiplicando-se pelo respectivo PC do animal.

A excreção de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina e alantoína no leite. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (mmol/dia) foi estimada a partir da excreção de purinas totais (mmol/dia), por meio da equação proposta por Verbic et al. (1990):

$$PA = (PT - 0,385 \times PC^{0,75})/0,85$$

em que: PA são as purinas absorvidas (mmol/dia); PT corresponde às purinas totais (mmol/dia).; 0,85 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina; e 0,385 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol) por unidade de tamanho metabólico.

O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da quantidade de purinas absorvidas (mmol/dia), segundo a equação de Chen & Gomes (1992): $NM (g/dia) = (70 \times PA)/(0,83 \times 0,116 \times 1000)$.

Assumindo-se o valor de 70 para o conteúdo de nitrogênio nas purinas (mg/mmol); 0,83 para a digestibilidade intestinal das purinas microbianas e 0,116 para a relação NPURINA:NTOTAL nas bactérias.

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de normalidade dos erros, homogeneidade das variâncias e aditividade e quando não significativo, os mesmos foram submetidos à análise de variância utilizando modelos mistos por meio do procedimento MIXED do programa SAS, versão 9.1 (SAS Institute, Inc, Cary, North Carolina, USA). As médias quando significativas pelo teste de F foram submetidas ao teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Degradação ruminal da matéria seca, proteína bruta e fração fibrosa

Para a degradação ruminal da matéria seca (MS) dos coprodutos foram verificadas diferenças significativas em todos os parâmetros. O farelo de girassol apresentou médias 35,00 % superior para a fração prontamente solúvel da MS (Fração A) em relação aos coprodutos torta de algodão e torta de mamona, respectivamente (média 24,46%; Tabela 4).

Tabela 4. Degradabilidade ruminal da matéria seca de coprodutos de oleaginosas

Itens (%)	Coproductos			EPM	P-valor
	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona		
Fração A	33,02 a	24,59 b	24,33 b	0,32	<0,01
Fração B	33,64 c	52,27 a	44,62 b	0,41	<0,01
Taxa de degradação c, %/hora	0,14 a	0,03 b	0,05 b	0,01	<0,01
Degradabilidade Potencial	66,67 c	76,86 a	68,96 b	0,17	<0,01
Degradabilidade Efetiva, 2%	62,47 a	56,49 b	56,83 b	0,23	<0,01
Degradabilidade Efetiva, 5%	57,84 a	44,73 c	47,42 b	0,39	<0,01
Degradabilidade Efetiva, 8%	54,48 a	39,30 c	42,24 b	0,46	<0,01
Fração indegradável	33,32 a	23,13 c	31,04 b	0,17	<0,01

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). EPM – Erro padrão da média. P – Probabilidade.

No entanto, foi verificado que a torta de algodão apresentou maior fração B e degradabilidade potencial (DP) da MS em relação aos demais coprodutos. Ou seja, do total do coproduto torta de algodão consumido pelos animais, 76,86% apresenta potencial de degradação no rúmen, sendo esta média 8 unidades percentuais superior ao coproduto torta de mamona e 10,2 unidades percentuais superior ao coproduto farelo de girassol. A menor média foi observada nos coprodutos contendo torta de girassol (66,67 g/ kg de MS). Entretanto, a taxa de degradação da fração B no farelo de girassol foi maior que aos demais, o que aumentou a efetividade da degradação (DE) em todas as taxas de passagem (2%, 5% e 8%). Em animais de elevada produção, a taxa de passagem da digesta ruminal varia de 5% a 8%, mas podem atingir até 12%, o que não é interessante quando se pretende aumentar a síntese de proteína microbiana, pois os

nutrientes terão pouco tempo de exposição aos microrganismos ruminais. Analisando a DE na taxa média de passagem (5%), verificou-se que o farelo de girassol apresentou média de 57,84%, sendo este valor 29,3% e 22% superior à torta de algodão e torta de mamona, respectivamente. As maiores médias verificadas para o farelo de girassol ocorreu porque a taxa de degradação da fração B foi maior em relação aos demais coprodutos e esta influência na estimativa da DE.

Em função da menor DP verificada no farelo de girassol, foi observada maior fração indegradável (FI; média 33,32%) da MS em relação aos demais tratamentos. A torta de algodão apresentou valores de FI 30,58% inferior ao farelo de girassol e 6,8% à torta de mamona (31,04%). Dentre os fatores que incrementam a FI, destaca o elevado teor de lignina e demais compostos fenólicos (Jung, 1989). Além disso, segundo o mesmo autor, a formação de ligações do tipo estér entre a lignina e a hemicelulose é um dos maiores impasses aos microrganismos ruminais para degradar a parede celular dos vegetais, conseqüentemente afetando o aproveitamento dos nutrientes da MS, provocando desequilíbrio na sincronização de proteína e energia no rúmen.

É interessante destacar que do total de proteína bruta (PB) no farelo de girassol, 42,22% é de fração A, sendo esta média 29,1% e 33,7% superior aos teores de fração A da torta de algodão e torta de mamona, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Degradabilidade ruminal da proteína bruta de coprodutos de oleaginosas

Itens (%)	Coprodutos			EPM	P-valor
	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona		
Fração A	42,22 a	32,70 b	31,58 b	0,79	<0,01
Fração B	51,14 c	60,40 b	65,32 a	0,72	<0,01
Taxa de degradação c, %/h	0,173 a	0,056 b	0,053 c	0,01	<0,01
Degradabilidade Potencial	93,36 b	93,11 b	96,90 a	0,19	<0,01
Degradabilidade Efetiva, 2%	88,03 a	77,18 b	78,86 b	0,15	<0,01
Degradabilidade Efetiva, 5%	81,83 a	64,58 b	65,02 b	0,20	<0,01
Degradabilidade Efetiva, 8%	77,12 a	57,54 b	57,45 b	0,23	<0,01
Fração indegradável	6,63 a	6,88 a	3,09 b	0,19	<0,01

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). EPM – Erro padrão da média. P – Probabilidade.

A fração A da PB dos coprodutos utilizados nas dietas experimentais é totalmente convertida em nitrogênio amoniacal no rumém, sendo este utilizado, em condições ruminais ideais, pelas bactérias fibrolíticas para degradar a fibra e para sintetizar proteína de origem microbiana, quando há disponibilidade de energia e esqueletos de carbono (Kolosky, 2002). Já para a DP da PB, a maior média foi verificada na torta de mamona, no entanto, com baixa DE em relação ao farelo de girassol (81,83%; taxa de passagem de 5%). Isso aconteceu porque a maior parte da PB da torta de mamona e torta de algodão encontrava-se aderida à parede celular, com lenta degradação ruminal, conforme pode observar os valores da fração B desses coprodutos que foram 27,7% e 18,10% superiores ao farelo de girassol (51,14% de média), respectivamente.

Também representada pela proteína insolúvel em detergente ácido, a FI da proteína variou entre os tratamentos, sendo as maiores médias verificadas no farelo de girassol e torta de algodão, 6,75%.

Sobre a degradação ruminal da fração fibrosa (FDN) dos coprodutos, as menores médias para fração Bp (fração B padronizada) foram verificadas no farelo de girassol e na torta de mamona, respectivamente ($P < 0,01$; Tabela 6).

Tabela 6. Degradabilidade ruminal da fibra em detergente neutro de coprodutos de oleaginosas

Itens (%)	Coproductos			EPM	P-valor
	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona		
Fração Bp	34,40 c	63,44 a	39,40 b	0,70	<0,01
Taxa de degradação c, %/h	0,136 a	0,020 c	0,080 b	0,01	<0,01
Degradabilidade Efetiva, 2%	30,04 b	33,01 a	31,39 b	0,32	<0,01
Degradabilidade Efetiva, 5%	25,25 a	19,22 b	24,07 b	0,44	<0,01
Degradabilidade Efetiva, 8%	21,78 a	13,56 c	19,53 b	0,45	<0,01
Fração Ip	65,60 a	36,55 c	60,59 b	0,70	<0,01

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Bp – Fração insolúvel, mas potencialmente degradável padronizada. Ip -Fração indigestível padronizada. EPM – Erro padrão da média. P – Probabilidade.

No entanto, foi observada que a taxa de degradação da fração B (c) da FDN no farelo de girassol foi 580% e 70% superior a torta de algodão e torta de mamona, respectivamente. Conseqüentemente, no farelo de girassol foi observada maior DE da FDN nas taxas de passagem de 5% e 8% conforme proposto pelo AFRC (1993) em relação aos demais coprodutos.

Como a lignina está presente na parede celular dos vegetais, aqui representada pela FDN, verificou-se elevados teores de FI_p da FDN dos coprodutos, sendo a maior média observada no farelo de girassol (65,6%) em relação aos demais coprodutos. A torta de algodão apresentou valor 39,7% inferior à torta de mamona (60,59%).

Balanço de Nitrogênio e síntese de proteína microbiana

A inclusão de farelo de girassol, torta de algodão ou torta de mamona em dietas para vacas lactantes não afetou ($P > 0,10$) o consumo de nitrogênio, conforme pode ser verificado na Tabela 7, com média de 268,9 g/dia.

Tabela 7. Balanço de nitrogênio (BN), eficiência de utilização do nitrogênio(N), excreções de nitrogênio nas fezes, urina e leite em vacas mestiças lactantes recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas

Item	Dietas				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona		
N-ingerido (g/dia)	274,10	270,90	269,40	261,10	11,15	0,86
Excreção total de N (g/dia)						
N-Fezes	90,90	88,70	93,20	96,70	6,70	0,85
N-Urina	88,60	90,90	85,60	90,90	7,26	0,95
N-Leite	77,00 a	76,60 a	72,10 ab	64,50 b	3,05	0,03
BN (g/dia)	17,60	14,70	18,50	15,29	14,07	0,99
N-ureico (mg/dL)						
N-ureico leite	9,84	8,92	8,33	9,97	1,18	0,11
Eficiência de utilização de nitrogênio						
Eficiência N	0,28	0,28	0,27	0,24	0,01	0,38

N – Nitrogênio. Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Em virtude das dietas serem isonitrogenadas e não haver diferença no consumo de MS é justificável a não ocorrência de alteração no balanço de nitrogênio. Porém, quando se trata de coprodutos, outros fatores podem afetar o consumo de matéria seca, como por exemplo, o teor de extrato etéreo. Como o consumo de N não foi alterado, isso evidencia o elevado potencial das fontes alternativas utilizadas bem como o grau de substituição parcial do farelo de soja.

A excreção de N-fezes não foi influenciada ($P = 0,85$) pelas dietas e apresentou valor médio de 92,37 g/dia. Não houve diferença na quantidade de nitrogênio excretada nas fezes, visto que, existe uma relação proporcional da ingestão de nitrogênio e a excreção de nitrogênio nas fezes e na urina, pois, segundo Van Soest (1994) e Hoffman et al. (2001) a digestibilidade do nitrogênio pode ser constante.

A excreção de N-urina não foi influenciada ($P=0,95$) pelas dietas e apresentou valor médio de 89 g/dia. Segundo Van Soest (1994), a excreção de nitrogênio na urina é maior quando a concentração de proteína bruta na dieta e a ingestão de nitrogênio pelo animal aumentam, fato este não verificado nesta pesquisa.

Para as excreções de compostos nitrogenados no leite (N-leite; $P=0,03$) foram observados maiores valores nos animais alimentados com farelo de soja e farelo de girassol (média de 76,8 g/dia) em relação àqueles que receberam torta de mamona. Este efeito é justificado, pois, quanto maior a produção de leite maior será a excreção de

nitrogênio no leite, sendo que, proporcionalmente, a quantidade de N-leite da dieta contendo torta de mamona foi menor em virtude da menor quantidade de leite produzida (Tabela 6- Cap. I).

O balanço de nitrogênio não foi influenciado ($P=0,97$) pelas dietas e apresentou valor médio de 14,9 g/dia, o que pode estar relacionado à composição das dietas e ingestão de nitrogênio pelos animais, que não foi alterada. Vale salientar que, independentemente das dietas experimentais, não foi verificado balanço de N negativo, o que é indicação de que o consumo de proteína atendeu às exigências proteicas dos animais.

De acordo com Azevedo et al. (2010), o excedente de N no rúmen é absorvido pelo epitélio ruminal, cai na corrente sanguínea, uma parte é excretada nas fezes, urina e leite e a outra é reciclada pela saliva e parede ruminal. Desta forma, quando o balanço de nitrogênio é positivo, indica que houve retenção de proteína pelo animal, ocorrendo condições para que não ocasione perda de tecido muscular, o que significa que, provavelmente as exigências de proteína foram supridas (Vasconcelos et al., 2010).

O atendimento das exigências proteicas dos animais, por meio da formulação de dietas, é uma das formas de evitar que excessos de N sejam excretados para o ambiente, medida importante para reduzir o impacto ambiental nos sistemas de produção e que evita prejuízos financeiros, uma vez que a proteína verdadeira é o nutriente de maior custo na dieta dos ruminantes.

Não houve influência ($P=0,11$) das dieta sobre o N-ureico do leite. Conforme descrito por Imaizumi (2005), o N-ureico no leite e no plasma reflete o teor e a degradação da proteína bruta da ração, bem como a qualidade desta proteína. De acordo com Carvalho (2008), alguns autores têm sugerido que a concentração de N-ureico no leite pode ser utilizada como diagnóstico para monitorar a eficiência de utilização de nitrogênio nos rebanhos leiteiros, tendo em vista a alta correlação entre a concentração no leite e no plasma (0,88 e 0,98 respectivamente). Quando os teores de N-ureico no leite estão acima dos níveis normais, pode estar havendo falta de sincronização na taxa de degradação ruminal entre as fontes de nitrogênio e energia, assim excesso de nitrogênio não-protéico (NNP), acima dos valores basais, aumentam a excreção de ureia, levando a um desperdício de proteína dietética (Baker et al., 1995). Concentrações de nitrogênio ureico no plasma de 19 a 20 mg/dL e nitrogênio ureico no leite de 24 a 25 mg/dL representariam limites a partir dos quais ocorreriam perdas de nitrogênio dietético em vacas de leiteiras (Oliveira et al. 2001). Diante do pré-suposto

pode-se afirmar que, as dietas foram capazes de fazer uma boa sincronização de nitrogênio e energia.

Não houve diferença na eficiência de utilização de nitrogênio ($P=0,38$) para as diferentes dietas. Alves et al. (2010) afirmaram que, diversos fatores podem afetar a eficiência de utilização de nitrogênio, dentre eles destacam-se, o grau de sangue dos animais, a ordem e estágio de lactação, a concentração de proteína do leite, a fonte de carboidratos e a quantidade e qualidade da proteína dietética.

Observa-se que, o suprimento nas dietas com farelo de girassol, torta de algodão e torta de mamona para vacas lactantes não interferiu ($P>0,10$) na síntese de N-microbiano, proteína de origem microbiana e nem na eficiência microbiana (Tabela 8).

Tabela 8. Síntese de nitrogênio (N), de proteína microbiana (PBM) e eficiência microbiana (EM) de vacas mestiças em lactação recebendo dietas contendo coprodutos de oleaginosas

Itens	Dietas				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Farelo de Girassol	Torta de Algodão	Torta de Mamona		
Síntese de N e PB microbiana						
N-microbiano (g/dia)	159,70	136,30	159,10	125,80	11,00	0,15
PB-microbiana (g/dia)	998,00	854,60	994,20	786,60	74,00	0,15
EM (g de PBM/kg NDT)	163,20	154,60	154,70	129,60	13,24	0,34

Médias com letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O valor médio encontrado de N-microbiano (145,3), foi inferior ao obtido por Pina et al. (2006) e Sousa et al. (2009) trabalhando com vacas com produção de 25 kg usando diferentes fontes proteicas nas dietas.

O valor médio encontrado para eficiência microbiana foi de 150,52 g de PBmic/kg de NDT, superior ao valor sugerido pelo NRC (2001), de 130 g de PBmic/kg de NDT. O valor encontrado neste estudo foi superior aos achados por Cobianchi et al. (2012) que verificaram média de eficiência microbiana de 126,4 g de PBmic/kg de NDT, trabalhando com diferentes níveis de mamona na dieta para vacas lactantes. O fato de não ter ocorrido distinção na síntese de proteína microbiana pode ter sido consolidada mediante alguns fatores, quais sejam: a grande semelhança entre a relação volumoso:concentrado; por não ter ocorrido diferença no consumo de MS e correto balanceamento das rações experimentais, não alterando desta forma a taxa de passagem.

Estimular a produção de proteína microbiana é importante por ser a melhor fonte de aminoácidos disponíveis para síntese e produção de leite, uma vez que possui bom perfil de aminoácidos.

4- CONCLUSÕES

O farelo de girassol apresentou melhores valores dos parâmetros ruminais da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro em relação aos demais coprodutos.

A inclusão do farelo de girassol, torta de algodão e torta de mamona pode ser utilizado na dieta de vacas em lactação, pois não altera o balanço de compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL- AFRC. **Energy and Protein requirements of ruminant**. Wallingford: CAB International, 1993.119p.

ALVES, A. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ZERVOUDAKIS, L. K. H.; CABRAL, L. S.; LEONEL, F. P.; PAULA, N. F de. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 3, p. 532-540, 2010.

AOAC, 1995. **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington.

AZEVEDO, E.B.; PATIÑO, H. O.; DA SILVEIRA, A.L.F.; LÓPEZ, J.;NÖRNBERG, J.L.; BRÜNING, G. Suplementação nitrogenada com ureia comum ou encapsulada sobre parâmetros ruminais de novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. **Ciência Rural**, v. 40, p. 622–627, 2010.

BAKER, L.D.; FERGUNSON, J.D.; CHALUPA,W. Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.11, p.2424-2434, 1995.

BEQUETTE, B.J.; BACKWELL, F.R.C.; CROMPTON, L.A. Current concepts of amino acid and protein metabolism in the mammary gland of the lactating ruminant. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.9, p.2540-2559, 1998.

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2964- 2971, 1997.

CARVALHO, G.G.P. Cana-de-açúcar com óxido de cálcio em dietas para ovinos, caprinos e vacas em lactação. 2008. 279 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2008.

CARVALHO, G.G.P. et al. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurhecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1347-1354, 2008.

CHEN, X.B., GOMES, M.J. 1992. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (Occasional publication), 21p.

CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 142p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.

COBIANCHI, J.V., OLIVEIRA, A.S., CAMPOS, J.M.S., GUIMARÃES, A.V., VALADARES FILHO, S.C., COBIANCHI, F.P., AND OLIVEIRA, T.E.S. Productive performance and efficiency of utilization of the diet components in dairy cows fed

castor meal treated with calcium oxide. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n.1, p. 2238-2248, 2012.

GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistema de produção**. Brasília: IICA/EMBRAPA CNPGL, 1986. 197p.

GOERING, H.K., VAN SOEST., P.J. **Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA. 1970.

GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; VALADARES FILHO, S.C.; ALANA, 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.

GUSTAFSSON, A.H.; PALMQUIST, D.L. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.475-484, 1993.

GUTMANN, I.; BERGMAYER, H.U. Reagents for enzymatic analysis. In: BERGMAYER, H.U.; GAWEHN, K. **Methoden der enzymatischen analyse**. 3.ed. Weinheim: Verlag Chemie, v.2, p.1839-1842, 1974.

HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 3226-3232, 2003.

HOFFMAN, P. C.; ESSER, N. M.; BAUMAN, L. M.; DENZINE, S. L.; ENGSTROM, M.; CHESTER-JONES, H. Short communication: effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.843-847, 2001.

IMAIZUMI, H. **Suplementação protéica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento de milho em rações para vacas em confinamento**. 2005.182 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Patageens)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANEJTE, L.T. (Ed.). **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureau, 1978. p.96-102.

JUNG, H.G. Forage lignin and their effects on fiber digestibility. **Agronomy Journal**, v. 81, n. 1, p.33-38, 1989.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: UFSM, 2002. 140 p.

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

LUCCI, C.S.; VALVASORI, E.; PEIXOTO JUNIOR, K.; FONTOLAN, V. Concentrações de nitrogênio na dieta, no sangue e no leite de vacas lactantes no período pós-parto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.258-263, 2006.

MERTENS, D.R.; LOFTEN, J.R. The effects of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1437-46, 1980.

MONÇÃO, F.P.; REIS, S.T.; RIGUEIRA, J.P.S.; SALES, E.C.J.; ALVES, D.D.; AGUIAR, A.C.R.; OLIVEIRA, E.R.; ROCHA JÚNIOR, V.R. Ruminal degradation of dry matter and neutral detergent fiber of banana peel treated with limestone. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 1, p. 345-356, 2016.

MONÇÃO, F.P.; REIS, S.T.; RIGUEIRA, J.P.S.; SALES, E.C.J.; ANTUNES, A.P.S.; OLIVEIRA, E.R.; CARVALHO, Z.G. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da FND da casca de banana tratada com cal virgem. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n.1, p. 42-49, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, D.C.: **National Academy Press**, 2001. 381p.

NOCEK, J.E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. **Journal Dairy Science**, v.71, p. 2051-2069, 1988.

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

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de ureia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.

OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.P.; GABRIEL, A.M.A.; SANTOS, R.A.; MOURA, L.V.; SANTOS, M.V.; SILVA, L.V.M. Valor nutricional dos resíduos industriais da guariroba (*Syagrus oleracea*) para ruminantes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.2, p.334-339, 2015.

OLTNER, R.; WIKTORSSON, H. Urea concentration in milk and blood as influenced by feeding varying amounts of protein and energy to dairy cows. **Livestock Production Science**, v.10, p.457-467, 1983.

ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agriculture Science**, v.92, n.1. p.499-508. 1979.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BARROS, L.V. de. Nutrição de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2008, Viçosa. **Anais**. Viçosa: DZO-UFV, 2008. p.131-169.

PERES, J.R. **Níveis de uréia no sangue (plasma) de vacas mestiças em pastejo rotacionado**. Disponível online no sitio <https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/niveis-de-ureia-no-sangue-plasma-de-vacas-mesticas-em-pastejo-rotacionado-15898n.aspx>. Acesso em 18/04/2017.

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; DETMANN E.; CAMPOS, J.M.S. ; FONSECA, M.A.; TEIXEIRA, R.M.A. ; OLIVEIRA, A.S. Síntese

de proteína microbiana concentrações de ureia em vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1551-1559, 2006.

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. **The detergent system of analysis and its application to human foods**. In: JAMES, W.P. T.; THEANDER, O. The analysis of dietary fiber in food. New York: Marcel Dekker, 123–158, 1981.

SANTOS, F.A.P.; CARMO, C.A.; MARTINEZ, J.C. Desempenho de vacas em lactação recebendo dietas com diferentes teores de amido total, acrescidas ou não de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1568-1575, 2006.

SAS INSTITUTE. **Advanced general linear models with an emphasis on mixed models**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1996. 614p.

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

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.7, p.3562-3577, 1992.

SOUSA, D.P.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; SEDIYAMA, CA.Z.; CRUZ, J.C.C. Parâmetros fermentativos, produção de proteína microbiana, concentrações de ureia no leite e no plasma e balanço de nitrogênio de vacas alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com caroço de algodão. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.10, p.2063-2071, 2009.

SOUZA, D.D.; SILVA, F.F.; SCHIO, A.R.; PORTO JUNIOR, A.F.; SILVA, R.R.; SANTIAGO, B.M.; RODRIGUES, E.S.O.; ABREU, A.C.; PACHECO, C.C.; MURICY, J.F. Feeding behavior of dairy cows fed different levels of castor meal in the diet. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, p. 2355-2364, 2016.

VALADARES FILHO, S. C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p. 267.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University Press, 1985, 202p.

VASCONCELOS, A.M.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; DIAS, M.; MORAIS, D.A.E.F. Parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja e seus subprodutos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.425-433, 2010.

VELOSO, C.M. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta de folhas e folíolos de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.613-617, 2006.

VELOSO, C.M.; RODRIGUEZ, N.M.; SAMPAIO, I.B.M.; GONÇALVES, L.C.; MOURÃO, G.B.. pH e amônia ruminais, relação folhas: hastes e degradabilidade ruminal da fibra de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.871-879, 2000.

VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.

WALDO, D.R. et al. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.55, p.125-129, 1972.

WEISS, W.P. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.830-839, 1998.

WILM, H.G., COSTELLO, O.F., KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double sampling method. **Agronomy Journal**, v.36, p.194-203, 1944.