COPRODUTOS DO BIODIESEL EM DIETAS PARA NOVILHAS E VACAS LACTANTES

MARCUS VINÍCIUS GONÇALVES LIMA

2015

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

COPRODUTOS DO BIODIESEL EM DIETAS PARA NOVILHAS E VACAS LACTANTES

Autor: Marcus Vinícius Gonçalves Lima
Orientador: Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
2015

MARCUS VINÍCIUS GONÇALVES LIMA

COPRODUTOS DO BIODIESEL EM DIETAS PARA NOVILHAS E VACAS LACTANTES

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. Fabiano Ferreira da Silva
Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
AGOSTO DE 2015

636.085 Lima, Marcus Vinícius Gonçalves.

L699c Coprodutos do biodiesel em dietas para novilhas e vacas lactantes. / Marcus Vinícius Gonçalves Lima. – Itapetinga-BA: UESB, 2015.

95f.

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 co-orientação do Prof. D.Sc. Fabiano Ferreira da Silva e Prof. D.Sc. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho.

1. Novilhas e vacas lactantes – Dietas - Confinamento. 2. Farelo de girassol. 3. Torta de algodão - Torta de mamona. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, C*ampus* de Itapetinga. II. Pires, Aureliano José Vieira. III. Silva, Fabiano Ferreira da. IV. Carvalho, Gleidson Giordano Pinto de. V. Título.

CDD(21): 636.085

Catalogação na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região

Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Novilhas e vacas lactantes – Dietas - Confinamento
2. Farelo de girassol
3. Torta de algodão - Torta de mamona

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

Titulo: "Coprodutos do biodiesel em dietas para novilhas e vacas lactantes".

Autor (a): Marcus Vinicius Gonçalves Lima
Orientador (a): Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

Co-orientador (a): Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

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

Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva - UESB

Dr. Alex Resende Schio - PNPD/UESB

Profª. Drª. Cristiane Leal dos Santos-Cruz – UESB

Drª. Ana Paula Gomes da Silva – PNPD/UESB

Data de realização: 17 de Agosto de 2015.

DEDICO

A Deus, Pai todo poderoso, por esta vida maravilhosa.

À minha avó Maria Helena Lopes Gonçalves, mulher forte e batalhadora, que acreditou em mim e me incentivou a lutar e enfrentar os desafios em minha vida.

Aos meus pais, Hélio da Silva Lima e Rosana Lopes Gonçalves, pelas pessoas que são, exemplo para os filhos e pessoas que os conhecem, nos quais sempre procurarei me espelhar durante a vida.

Aos meus irmãos, Pedro Henrique, Gustavo, Lucas, Rafael e Mateus, que sempre me apoiaram.

Aos meus tios e primos, em especial minha tia, madrinha, comadre e irmã Roseane Lopes Gonçalves e minha afilhada Isabella Gonçalves Silva por todo amor, carinho e incentivo.

Em especial, à Bruna Rafaela de Carvalho Silva Castro Nogueira pelo incentivo, apoio, amizade, companheirismo, força, compreensão e principalmente pela dedicação em todos os momentos.

OFEREÇO

Ao meu orientador, Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires e Família, pelo incentivo e apoio incondicional em todos os momentos de dificuldades e aos meus coorientadores, os professores, Dr. Fabiano Ferreira da Silva e Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, pela amizade, conselhos, sugestões e apoio.

Ao amigo Adailton (Dai) pelo apoio e disposição em ajudar sempre que preciso.

AGRADECIMENTOS

Ao senhor Deus, Pai todo poderoso, primeiro pelo dom da vida e por me dar sabedoria, força, coragem, e vontade para viver e vencer.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UESB, pela oportunidade de estudos e aos seus coordenadores e funcionários, pela competência e dedicação.

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

Ao professor Dr. Aureliano José Vieira Pires, pela paciência, compreensão, incentivos, ensinamentos, amizade, exemplo de pessoa e satisfação em disponibilizar seu conhecimento com todos e acima de tudo pela excelente orientação.

Aos professores Dr. Fabiano Ferreira da Silva e Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, pela coorientação e pela grande amizade construída durante o curso;

Ao professor. Dr. Fabio Andrade Teixeira pelo formidável apoio na montagem e condução dos experimentos.

À professora Dra. Cristiane Leal dos Santos Cruz e aos doutores Alex Resende Schio e Ana Paula Gomes da Silva pela participação na banca e por excelentes considerações.

À professora Dra. Mara Lucia Albuquerque Pereira Pereira pelo espaço concedido em seu laboratório para realização das análises de balanço de nitrogênio e pelas excelentes colocações na qualificação.

Ao professor Dr. Jânio Benevides pela amizade, conselhos e incentivos durante minha jornada em Itapetinga – BA.

À Bruna Rafaela de Carvalho Silva Castro Nogueira pelo carinho, companheirismo, paciência e por sempre acreditar no meu sucesso, constantemente me impulsionando, dando-me força em todos os momentos.

Ao funcionário do setor de Forragicultura e Pastagem Adailton (Dai), pela amizade, companheirismo e força durante todas as etapas dos experimentos.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos transmitidos.

À Fazenda Paulistinha, nas pessoas dos empresários Miguel Costa e Lucas Costa, pelo fornecimento de seus animais e de suas instalações para a execução deste trabalho.

Ao setor de bovinocultura de leite, na pessoa do Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva e o Prof. Dr. Fabio Andrade Teixeira, pelo fornecimento de seus animais e de suas instalações para a execução deste trabalho.

Aos amigos, Leone, Gleidson (Dime), Thaiane, Carlos (Zecão), Jefferson, Kaike, Marcelo, Eli, Andrey, Vinícius, Gonçalo, Dicastro, Antônio, Ramon, Pablo, Dionísio, Luiza, Júlio César, Ícaro Couto, Kisla, Quirlian (Kiu), Alessa, Daniel (Fino), Kelly, Danilo, Murilo (Gedel), Ícaro (Icaroba), Léo, Tárcio, Rebeca, Murilo (Gordo), Igor (Dadin), Luís (Dudu), Silvio (Baiano), Franklin (Kankin), Sóstenes (Sostin), Philipe, George (Geo do Gurgel), Karine e Erick que ajudaram na montagem, condução do experimento e no período que passei em Itapetinga-BA.

A todos os colegas de graduação e Pós-Graduação da UESB, pelo apoio e agradável convivência.

Ao funcionário do Laboratório de Forragicultura e Pastagem, José Queiroz de Almeida (Zé), pela amizade e colaboração nas análises químicas.

Ao Mário (Marão) coordenador do campo agropecuário da UESB, pelo apoio.

A todos os trabalhadores do campo, em especial, Tim, Juraci, Pelezinho e Guilherme pelo apoio.

Ao Instituto Superior da Amazônia – IESA, Faculdade da Amazônia – FAMA e ao Instituto Federal de Rondônia – IFRO pelo total apoio na realização desse sonho.

Aos amigos que deixei em Januária –MG e Janaúba-MG com os quais sempre poderei contar.

A todos meus familiares (pais, irmãos, avós, bisavós, tios e primos) pela torcida, incentivo e apoio prestado em todo momento.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

O meu muito obrigado!

BIOGRAFIA

MARCUS VINÍCIUS GONÇALVES LIMA, filho de Rosana Gonçalves Ferreira e Hélio da Silva Lima, nasceu em 05 de novembro de 1985, em Januária, Minas Gerais. Em agosto de 2004, iniciou o curso de graduação em AGRONOMIA na Universidade Estadual de Montes Claros, em Janaúba – MG, finalizando-o em dezembro de 2009.

Em março de 2010, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia - Mestrado, área de concentração em Produção Animal, na Universidade Estadual de Montes Claros, finalizando-o em abril de 2012.

Em março de 2012, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, área de concentração Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

No dia 23 de fevereiro de 2015, mudou-se para Vilhena-RO, onde começou a ministrar aulas nos cursos de Agronomia e Zootecnia do Instituto Superior da Amazônia – IESA, Faculdade da Amazônia – FAMA, no período noturno, ministrando aulas de Extensão Rural, Olericultura, Piscicultura, Avicultura, Manejo de Plantas Daninhas, Doenças e Pragas de Pastagens, Forragicultura e Pastagens e Zootecnia Aplicada I (Avicultura, Suinocultura e Piscicultura) e continua até o presente momento.

Em abril, participou do processo seletivo para professor substituto do Instituto Federal de Rondônia – IFRO, *Campus* Colorado do Oeste, sendo aprovado. Vem ministrando aulas nos cursos Técnico em Agropecuária e Engenharia Agronômica, nos períodos matutino e vespertino, nas disciplinas de Solos, Construções Rurais, Introdução à Agronomia e Biologia, Manejo de Plantas Daninhas e Produção Vegetal II e continua até o presente momento.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS iv

LISTA DE FIGURAS vi

LISTA DE ABREVIATURAS vii

RESUMO ix

ABSTRACT xi

I – REFERENCIAL TEÓRICO 1

1.1 Introdução 1

1.1.1 Biodiesel e a cadeia produtiva das oleaginosas 1

1.1.2 Uso dos coprodutos do biodiesel na alimentação de ruminantes 4

1.1.2.1 O girassol e seu coproduto (farelo de girassol) 6

1.1.2.2 A mamona e seu coproduto (torta de mamona) 11

1.1.2.3 O algodão e seu coproduto (torta de algodão) 11

Referências Bibliográficas 25

II – OBJETIVO GERAL 38

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 38

III – CAPÍTULO I 39

COPRODUTOS DO BIODIESEL EM DIETAS PARA NOVILHAS 39

Resumo 39

Introdução 41

Material e métodos 43

Resultados e discussão 49

Conclusão 57

Referências bibliográficas 58

IV – CAPÍTULO II 64

COPRODUTOS DO BIODIESEL EM DIETAS PARA VACAS LACTANTES ... 64

Resumo 64

Abstract 65

Introdução 66

Material e métodos 68

Resultados e discussão 75

Conclusão 89

Referências Bibliográficas 90

LISTA DE TABELAS

Página

Capitulo 1

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes da dieta (% na MS)..... 43

Tabela 2. Teor médio da matéria seca e composição químico-bromatológica dos nutrientes da cana de açúcar, milho, farelo de soja, torta de algodão, farelo de girassol e torta de mamona... 46

Tabela 3. Teores médios da matéria seca e composição químico-bromatológica dos nutrientes das dietas..... 46

Tabela 4. Consumo de matéria seca e nutrientes de novilhas alimentadas com dietas com coprodutos do biodiesel..... 50

Tabela 5. Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes em novilhas alimentadas com dietas com coprodutos do biodiesel.... 51

Tabela 6. Comportamento ingestivo de novilhas alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel..... 53

Tabela 7. Eficiências de alimentação, ruminação de novilhas alimentadas com dietas com coprodutos do biodiesel..... 54

Tabela 8. Número de períodos e do tempo gasto por períodos em alimentação, ruminação e ócio em novilhas alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel..... 55

Capitulo 2

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes da dieta (% na MS)..... 69

Tabela 2. Teor médio de matéria seca e nutrientes da cana de açúcar, milho, farelo de soja, torta de algodão, farelo de girassol e torta de mamona..... 71

Tabela 3. Teor médio de matéria seca e nutrientes dos concentrados..... 71

Tabela 4. Peso inicial e final de vacas alimentadas com coprodutos do biodiesel..... 75

Tabela 5. Consumo de matéria seca e nutrientes de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel..... 76

Tabela 6. Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel..... 78

Tabela 7. Produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, eficiência de produção de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel..... 79

Tabela 8. Composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel..... 81

Tabela 9. Comportamento ingestivo de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel..... 82

Tabela 10. Eficiência de alimentação e ruminação de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel..... 85

Tabela 11. Número e tempo por períodos em alimentação, ruminação e ócio em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel..... 86

Tabela 12. Custo com alimentação, receita e custo por quilo de leite produzido em função das dietas contendo coprodutos do biodiesel..... 87

LISTA DE FIGURAS

Página

Capitulo 1

Figura 1. Eletroforese em gel de poliacrilamida de torta de mamona tratada ou não com $Ca(OH)_2$..... 44

Capitulo 2

Figura 1. Eletroforese em gel de poliacrilamida de torta de mamona tratada ou não com $Ca(OH)_2$..... 69

LISTA DE ABREVIATURAS

ACG - Ácido Clorogênico

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

BOM - Braswey e Brasil Óleo de Mamona LTDA

CAS - Caseína

CCS - Contagem de Células Somáticas

CNPE - Conselho Nacional de Política Energética

CNF - Carboidratos Não Fibrosos

CNFcp - Carboidratos Não Fibrosos Corrigidos para Cinzas e Proteína

CNFcpD - Carboidratos Não Fibrosos Corrigidos para Cinzas e Proteína Digestível

CT - Carboidratos Totais

EALMS - Eficiência de Alimentação da Matéria Seca

EALFDN - Eficiência de Alimentação da Fibra em Detergente Neutro

EC - Excreção Diária de Creatinina

ERUMS - Eficiência de Ruminação da Matéria Seca

ERUFDN - Eficiência de Ruminação da Fibra em Detergente Neutro

EE - Extrato Etéreo

EED - Extrato Etéreo Digestível

ESD - Extrato Seco Desengorgurado

FDA - Fibra em Detergente Ácido

FDN - Fibra em Detergente Neutro

FDNi - Fibra em Detergente Neutro Insolúvel

FDNp - Fibra em Detergente Neutro Corrigido para Proteína

FDNcp - Fibra em Detergente Neutro Corrigido para Cinza e Proteína

FDNcpD - Fibra em Detergente Neutro Corrigido para Cinza e Proteína Digestível

GOR - Gordura

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LACT - Lactose

MO - Matéria Orgânica

MS - Matéria Seca

NDT - Nutrientes Digestíveis Totais

NDTest - Nutrientes Digestíveis Totais Estimado

NIDA - Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro

NM - Nitrogênio Microbiano

NRC - National Research Council

NU - Nitrogênio Uréico

PA - Purinas Absorvidas

PB - Proteína Bruta

PBD - Proteína Bruta Digestível

PCAS - Percentagem de Caseína na Proteína

pH - Potencial Hidrogêniionico

PIDA - Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido

PIDN - Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro

PM - Peso Metabólico

PROT - Proteína

PT - Purinas Totais

PV - Peso Vivo

ST - Sólidos Totais

TNT - Tecido Não Tecido

TMT - Tempo de Mastigação Total

RESUMO

LIMA, Marcus Vinícius Gonçalves. **Coprodutos do biodiesel em dietas para novilhas e vacas lactantes.** Itapetinga, BA: UESB, 2015. 95f. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a utilização de coprodutos oriundo de indústrias produtoras de biodiesel, farelo de girassol, torta de mamona e torta de algodão, em dietas para novilhas e vacas lactantes. Os tratamentos foram os mesmos para os dois experimentos, referentes à inclusão dos coprodutos do biodiesel nas dietas: controle (concentrado padrão a base de milho e farelo de soja); inclusão de 20% de torta de algodão na dieta total; inclusão de 20% de farelo de girassol na dieta total; inclusão de 20% de torta de mamona na dieta total. No experimento com novilhas, foi avaliado o consumo, a digestibilidade aparente, o comportamento ingestivo de novilhas alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel, utilizando o delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 4 repetições e dezesseis novilhas mestiças em baias individuais e período experimental de 14 dias de adaptação mais 5 dias para coleta de dados. O consumo de matéria seca e o comportamento ingestivo de novilhas não foram alterados quando ofertado dietas contendo coprodutos do biodiesel em substituição ao concentrado padrão, porém, o consumo de extrato etéreo, aumentou quando inclui a torta de algodão. Não ocorre alteração na digestibilidade dos nutrientes das dietas oferecidas a novilhas contendo coprodutos do biodiesel em substituição ao concentrado padrão. Baseado nos parâmetros nutricionais é recomendado à inclusão de 20% de coprodutos do biodiesel, torta de algodão, farelo de girassol ou torta de mamona, na dieta total de novilhas leiteiras, pois não altera o consumo, a digestibilidade e o comportamento ingestivo. No experimento com vacas lactantes, foi avaliado o consumo, a digestibilidade aparente, a produção e composição do leite, o custo com alimentação, o comportamento ingestivo em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel, para esse experimento foi utilizado o delineamento em quadrado latino com 4 tratamentos e 4 repetições, utilizando oito vacas mestiças com produção média de 10 ± 2,45 kg de leite dia^{-1} em baias individuais com período experimental de 11 dias de adaptação, mais 4 dias para coleta de dados. A inclusão de torta de algodão e farelo de girassol não alterou o consumo de matéria seca em dietas para vacas lactantes, porém a inclusão de torta de mamona reduziu o consumo de matéria seca e nutrientes. O coeficiente de digestibilidade aparente das dietas contendo coprodutos do biodiesel foi menor, em comparação a dieta contendo concentrado padrão. O comportamento ingestivo de vacas lactantes foi alterado quando substituiu o concentrado padrão por torta de algodão. Vacas lactantes alimentadas com dietas contendo 20% de torta de algodão na dieta total apresentaram maior tempo despendido em ruminação, além de reduzir o tempo por período em ócio, quando comparadas àqueles alimentadas com concentrado padrão e farelo de girassol. A inclusão de 20% de torta de algodão e farelo de girassol na dieta total não reduziu a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura e eficiência de alimentação das vacas. A inclusão de torta de mamona em dietas para vacas reduz a proteína do leite, em comparação àquelas alimentadas com concentrado padrão, mas não afeta os demais componentes do leite. O

consumo, digestibilidade, comportamento animal, produção e composição do leite são alterados quando ofertados coprodutos do biodiesel nas dietas. Todavia, menor custo do leite e maior margem bruta foram obtidos para dietas contendo torta de algodão. Assim recomenda-se a inclusão deste coproduto em 20% na dieta total de vacas lactantes.

Palavras-chave: confinamento, farelo de girassol, torta de algodão, torta de mamona

---

* Orientador: Aureliano José Vieira Pires, Dr. UESB e Co-orientadores: Fabiano Ferreira da Silva, Dr. UESB e Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, Dr. UFBA.

ABSTRACT

LIMA, Marcus Vinicius Goncalves. **Biodiesel byproducts in diets for lactating cows and heifers.** Itapetinga, BA: UESB, 2015. 95f. Thesis. (Doctor in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production). *

The objective of this study was to evaluate the use of byproducts come from producers of biodiesel industries, sunflower meal, castor bean and cottonseed meal in diets for lactating cows and heifers. The treatments were the same for both experiments, regarding the inclusion of biodiesel co-products in diets: control (standard concentrate from corn and soybean meal); inclusion of 20% cotton cake in the total diet; Inclusion of 20% of sunflower meal in the overall diet; including 20% of castor cake in the total diet. In the experiment with heifers evaluated the intake, apparent digestibility, feeding behavior of heifers fed diets containing biodiesel byproducts using a completely randomized design with four treatments and four replicates and sixteen crossbred heifers in individual stalls and experimental period of 14 days of adaptation over 5 days for data collection. The dry matter intake and feeding behavior of heifers were not altered when offered diets containing biodiesel byproducts to replace standard concentrate. However, consumption of the ether extract increased when includes cotton cake. There is no change in nutrient digestibility of diets offered to heifers containing biodiesel byproducts to replace standard concentrate. Based on nutritional parameters is recommended the inclusion of 20% of biodiesel byproducts, cottonseed meal, sunflower meal or castor cake in the total diet of dairy, because it does not alter the intake, digestibility and feeding behavior. In the experiment with lactating cows evaluated the intake, apparent digestibility, milk production and composition, the cost of food, ingestive behavior of lactating cows fed diets containing biodiesel co-products, for this experiment we used the design in square Latin with 4 treatments and 4 repetitions, using eight crossbred cows with an average production of 10 ± 2,45 kg of milk day-1 in individual stalls with trial period of 11 days of adaptation, 4 more days to collect data. The inclusion of cotton cake and sunflower meal did not affect the dry matter intake in diets for lactating cows, but the inclusion of castor bean reduced the consumption of dry matter and nutrients. The apparent digestibility of diets containing biodiesel byproducts was lower compared to standard diet containing concentrated. The feeding behavior of lactating cows was changed when it replaced the concentrated standard for cotton cake. lactating cows fed diets containing 20% cotton cake in the total diet had greater time spent in rumination and reduce the time period for leisure, compared to those fed with concentrated standard and sunflower meal. The inclusion of 20% of cottonseed meal, and sunflower meal in the overall diet did not reduce the corrected milk 3,5% fat and cows power efficiency. The inclusion of castor cake in diets for cows reduces milk protein compared to those fed standard concentrate but does not affect the other

components of milk. The intake, digestibility, animal behavior, milk production and composition are changed when offered biodiesel co-products in diets. However, the lower cost of milk and higher gross margin were obtained for diets containing cottonseed meal. So, we recommend the inclusion of co-product by 20% in the total diet of lactating cows.

Keywords: confinement, sunflower meal, cottonseed meal, castor cake

---

* Adviser: Aureliano José Vieira Pires, Dr. UESB and Co-adviser: Fabiano Ferreira da Silva, Dr. UESB and Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, Dr. UFBA.

I – REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Introdução

Devido ao aumento da industrialização e da população, a crescente demanda de energia tem feito com que as poucas reservas de combustíveis fósseis do mundo cheguem à beira de seu pico de produção (Demirbas, 2007) e, com a oferta limitada desses combustíveis aliada ao consequente aumento dos custos e preocupações de emissões tóxicas, as fontes de energia renovável tornam-se muito atraentes (Osawa et al., 2015).

Em meio a um contexto de grande expansão do complexo agroindustrial, motivada pela crescente preocupação com a poluição ambiental, trazendo para os debates em nível internacional a utilização de óleos vegetais como combustível para motores do chamado "ciclo diesel", surge o Biodiesel, esse é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, como gordura animal e óleos vegetais, incluindo óleo de cozinha (Reefat et al., 2008; Sánchez-Arreola et al., 2015).

As tortas e os farelos são os principais coprodutos resultantes do processamento de grãos de oleaginosas pela indústria do biodiesel. Contudo, ao se pensar em toda a cadeia produtiva, a torta produzida após a extração do óleo não pode ser vista como resíduo desta atividade, mas sim como um coproduto, ao qual deve ser agregado valor econômico para auxiliar a viabilização das indústrias de biodiesel e evitar lançamento desordenado desse resíduo no meio ambiente (Correia et al., 2012).

No Brasil, uma grande quantidade de coprodutos agrícolas são produzidos com potencial de uso na alimentação animal, especialmente os da cadeia de biodiesel (tortas e farelos) podem ser utilizadas como fontes de nutrientes para animais (Moreira et al., 2014), porém, ao utilizar coprodutos da agroindústria como alimento alternativo, é necessário avaliar estes materiais em relação ao desempenho e saúde dos animais (Correia et al., 2012; Azevedo et al., 2013).

Moreira et al. (2014) afirmaram que o crescimento da exploração da pecuária (leite e carne) levou a um aumento da investigação sobre nutrição animal, usando alimentos alternativos. Assim, o estudo de coprodutos da produção de biodiesel como

uma alternativa para a alimentação animal torna-se necessário, pois o valor nutricional das dietas pode variar e, em algumas vezes, reduzir o custo e aumentar a competitividade da cadeia de abastecimento. Oliveira et al. (2012) citam, ainda, que a utilização de coprodutos na alimentação de ruminantes, além de melhorar a eficiência da indústria do biodiesel, pode ainda, aumentar a produtividade e rentabilidade das atividades agrárias, como a criação de bovinos, caprinos e ovinos.

Assim, o uso das tortas oriundas da produção de biodiesel na alimentação animal deve receber atenção, visto que algumas dessas tortas apresentam significativas concentrações de proteína, que é um nutriente de alto custo unitário e de muita importância para a manutenção e o desempenho produtivo dos bovinos (Pina et al., 2006; Meyer et al., 2010; Matos Junior et al., 2011; Correia et al., 2012; Pompeu, et al., 2012; Cranston et al., 2006), tais tortas também possuem um alto teor de extrato etéreo, que ao substituírem alimentos tradicionais como o farelo de soja e milho, pode interferir no consumo de nutrientes e no comportamento animal.

1.1.1 Biodiesel e a cadeia produtiva das oleaginosas

Cerca de 80% da matriz energética brasileira era fundamentada na queima de madeira na década de 1940, posteriormente, empregou-se a força das águas e o carvão mineral para geração de energia. Em 1950, o petróleo tornou-se a principal fonte energética, sendo seguido pelo surgimento de grandes hidroelétricas e da energia nuclear entre 1960 e 1970, o álcool entre 1970 e 1980, o gás natural e o biodiesel na década de 90 (Tolmasquim et al., 2007).

Os combustíveis fósseis são os mais utilizados mundialmente, e são também os que mais emitem agentes poluidores quando queimados. Eles por não serem renováveis, causam danos à camada de ozônio, interferem no aquecimento global, agravando o efeito estufa (EPE, 2013). Como alternativa para a solução desses produtos, surgiram os biocombustíveis.

O biodiesel é um substituto muito promissor para os combustíveis derivados do petróleo, especialmente para o óleo diesel, pois apresenta propriedades físicas semelhantes, e não se faz necessária qualquer modificação nos motores diesel e na infraestrutura de armazenamento. Além disso, o seu uso reduz a poluição ambiental e supera a instabilidade do mercado de combustíveis relacionados à disponibilidade do petróleo (Hamelincka et al., 2006). Pesquisas com o biodiesel vêm sendo realizadas

tanto sob o aspecto ambiental, como econômico, político, técnico e social (Piovezan et al., 2010; Almeida et al., 2011; Cerqueira et al., 2014) no Brasil e no mundo.

Segundo Lopes et al. (2007), para que o biodiesel seja efetivamente empregado como biocombustível, faz-se necessário conhecer suas características e estabelecer padrões de qualidade, a fim de preservar o motor e garantir a segurança do consumidor, para isso quatro métodos têm sido estudados ou pelo menos citados para a obtenção de biodiesel: o uso direto ou misturado, microemulsão, craqueamento térmico e transesterificação, sendo que o processo mais eficiente e utilizado é a transesterificação. Compatível com os motores a diesel, o óleo vegetal passa por um processo químico, realizado nas instalações produtoras de biodiesel autorizadas pela ANP. A transesterificação de óleos vegetais ou gordura animal, também denominada de alcoólise, pode ser conduzida por uma variedade de rotas tecnológicas em que diferentes tipos de catalisadores podem ser empregados, como bases inorgânicas (hidróxidos de sódio e potássio e bases de Lewis), ácidos minerais (ácido sulfúrico), resinas de troca iônica (resinas catiônicas fortemente ácidas), argilominerais ativados, hidróxidos duplos lamelares, superácidos, superbases e enzimas lipolíticas (lipases) (Schuchardt et al., 1998).

Segundo Hristov et al. (2011), as instalações menores de biodiesel, pequena escala, ou seja, de 19 a 38 milhões de litros, estão provando ser mais viáveis em comparação com instalações maiores, grande escala – 380 milhões litros, que tem dificuldade para garantir grandes quantidades de matéria-prima. No entanto, modernas instalações de biodiesel em pequena escala utilizam a extração mecânica do óleo ao invés de extração por solventes, o que resulta em coprodutos como farelos e tortas com maior teor de óleo (Südekum, 2007).

De acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2015), desde 1° de Novembro de 2014, o óleo diesel derivado de fósseis comercializados em todo o país contém 7% de biodiesel, fazendo com que o Brasil seja um dos maiores produtores de biodiesel e consumidores no mundo, com uma produção anual, em 2013, de 12,9 bilhões de litros e uma capacidade de produção de cerca de 7,9 bilhões de litros. Esta regra foi estabelecida pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), que aumentou de 5% para 7% o percentual obrigatório de mistura de biodiesel ao óleo diesel (ANP, 2015).

Com aumento da introdução de óleo vegetal na cadeia de produção de biocombustível no Brasil, é esperado o aumento da demanda por plantas oleaginosas,

nesse sentido, várias oleaginosas ainda se encontram em fase de avaliação e desenvolvimento de suas cadeias produtivas, e podem ser empregadas para a produção do biodiesel (Parente, 2003). A região Norte, por exemplo, apresenta potencial para uso de dendê, babaçu e soja; a região nordeste, de babaçu, soja, mamona, dendê, algodão e coco; a região centro-oeste, de soja, mamona, algodão, girassol, dendê e gordura animal; a região sul, de soja, colza, girassol e algodão; e a região sudeste, de soja, mamona, algodão e girassol (Campos, 2003; Peres e Junior, 2003).

Segundo Abdalla et al. (2008), o Brasil tem potencial para produzir outras oleaginosas com potencial para produção de biodiesel. Entre eles estão o pinhão manso, rabanete, canola, gergelim e palmeira macaúba. As plantas oleaginosas que estão sendo usados mais para produção de biodiesel são o óleo de soja (78%), gordura (16%) e algodão (2,5%) (Quintella et al., 2009). No âmbito da produção de oleaginosas, a utilização dos grãos como fonte de lipídeos (ácidos graxos) para produção do biodiesel tem apresentado um aumento significativo (Lima Júnior et al., 2011).

Várias dessas oleaginosas já tiveram as suas respectivas competitividades técnica e socioambiental estudadas para a produção de biodiesel, porém a seleção da matéria prima para produção do biodiesel deve ser avaliada pelo impacto de seu custo sobre a estimativa de investimento em unidades de produção industrial de biodiesel por transesterificação alcalina (Saad et al., 2006). De acordo com avaliações do National Biodiesel Board, baseadas na produção norte-americana de ésteres metílicos de óleos ou gorduras, o custo da matéria-prima corresponde por 69,9% do investimento.

A Bahia ocupa uma posição de destaque no cenário nacional, pois poderá suprir mais de 50% da demanda nacional do combustível (Correia et al., 2012). As plantas produzirão mais de 300 milhões de litros por ano, volume que deve chegar a 640 milhões, com a implantação de quatro empreendimentos com valor de R$ 250 (142 US$) milhões (BAHIABIO, 2008).

1.1.2 Uso dos coprodutos do biodiesel na alimentação de ruminantes

Na criação intensiva de ruminantes, os gastos com alimentação podem oscilar entre 30 a 70%, dependendo da atividade e tipo de exploração, representando um dos principais componentes do custo de produção (Castro, 2013). Como forma de minimizar esses gastos, surgem os coprodutos do biodiesel.

O termo coproduto é utilizado para caracterizar aqueles produtos resultantes de um processamento industrial, em que o objetivo final da produção é outro produto. Existem alguns coprodutos clássicos, sob o ponto de vista da nutrição animal que se apresentam como fontes nutricionais com qualidades excepcionais, como o farelo de soja e o caroço de algodão. Porém, diversos coprodutos, principalmente da cadeia do biodiesel, vêm ganhando destaque no cenário nacional, como a torta de algodão, o farelo de girassol e a torta de mamona, já que podem substituir parte dos grãos tradicionalmente utilizados nas dietas, como milho e soja. Desse modo, é necessário desenvolver trabalhos utilizando esses coprodutos, para determinar assim suas potencialidades.

Millen et al. (2009) relataram que 80% dos maiores nutricionistas brasileiros utilizam algum coproduto em suas formulações para alimentação de bovinos confinados. Estudo similar, realizado nos Estados Unidos, mostrou que 82% dos nutricionistas americanos também utilizam algum coproduto em suas formulações, principalmente o de milho oriundo de destilaria de etanol (Vasconcelos & Galyean, 2007).

O teor médio de óleo das oleaginosas estudadas é de 31%, com uma produtividade média estimada de 4.000 kg ha^{-1} ano^{-1}. Considerando a relação torta/óleo por oleaginosa (média), ela é igual a 1,8. Segundo Abdalla et al. (2008), o Brasil apresenta um potencial de produção de tortas e ou farelos na ordem de 14.746 kg ha^{-1} ano^{-1}.

Uma das alternativas mais promissoras para os coprodutos gerados no processo de produção do biodiesel tem sido a utilização desses coprodutos como alimento alternativo que, por sua vez, se utilizados de forma correta, podem proporcionar ganho de peso e rendimentos de carne e leite semelhantes aos alimentos convencionais, proporcionando, ainda, redução de custos com a alimentação desses animais.

Uma das características mais notáveis dessas tortas e farelos é a sua heterogeneidade química e bromatológica que pode variar de acordo com as espécies e/ou cultivar, os métodos de extração utilizados (química ou mecânica), e a eficiência do processamento (Oliveira et al., 2012). A utilização adequada dos coprodutos é frequentemente condicionada pelo conhecimento inadequado das suas características e valores nutricionais e seus efeitos sobre os animais utilizados na alimentação animal (Meneghetti & Domingues, 2008).

Segundo Oliveira et al. (2012), com base na sua composição química e bromatológica, determinados coprodutos obtidos a partir de produção de biodiesel são fontes ricas em proteínas que poderiam ser usados de forma rentável como ração animal. Porém, a utilização desses coprodutos é muitas vezes limitada pelo escasso conhecimento de suas características nutricionais e de seu valor econômico como ingredientes para ração, como pela falta de dados de desempenho de animais alimentados com este tipo de alimento.

Analisando sob outra perspectiva, a utilização de coprodutos vem ao encontro das atuais políticas ambientais que, de forma crescente e com tendência a se fortalecer cada vez mais, vêm acompanhando de perto a eliminação de produtos potencialmente poluentes pelas indústrias (Meneghetti & Domingues, 2008). O crescimento demográfico aliado às crises de abastecimento, principalmente nos países em desenvolvimento, aumenta a discussão sobre a competição entre humanos e animais domésticos por alimentos nobres. Neste sentido, o estudo de fontes alternativas é de fundamental importância para determinação do nível de inclusão de cada coproduto na alimentação de ruminantes.

1.1.2.1 O girassol e seu coproduto (farelo de girassol)

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônia anual caracterizado por apresentar sistema radicular com raiz principal pivotante e inflorescência conhecida como capítulo. Está forrageira é bem adaptada aos climas temperado, tropical e subtropical (Tomich et al., 2004), em que se destaca por apresentar maior tolerância à seca, ao frio e ao calor que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil (Santos et al., 2013; Lima et al., 2014). No Brasil grande parte territorial é considerada apta para o cultivo do girassol (Smiderle et al., 2005). Apresenta ampla adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, pela altitude e pelo fotoperíodo (Santos et al., 2013). Além disso, está inserido no programa nacional de produção e uso de biodiesel (Ungaro, 2006).

Do girassol, as raízes do tipo pivotante promovem reciclagem de nutrientes, as hastes podem ser usadas para forração acústica, além de, juntamente com as folhas, poderem ser ensiladas para alimentação animal, das flores, podem ser extraídos de 20 a 40 kg de mel por hectare plantado e das sementes, fabrica-se o óleo para consumo humano (Mourad, 2006).

O óleo de girassol possui características culinárias e nutricionais valiosas, é uma excelente fonte de ácido linoléico (Castiglioni e Oliveira, 2005). O óleo, grãos, torta e farelo servem como alimento funcional tanto para humanos, quanto ruminantes, suínos e aves, além de ser uma importante alternativa econômica no sistema de rotação, consórcio e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos (Porto et al., 2007; Backes et al., 2008; Capone et al., 2012a), além disso, a planta inteira pode ser utilizada para silagem como opção forrageira.

Estimativas oficiais demonstraram que o girassol é a quinta oleaginosa em produção de grãos e a quarta em produção de óleo no mundo, a produção do girassol foi de 7 e 9% da produção das oleaginosas entre os anos de 2008/2009, respectivamente. Os maiores produtores são: Ucrânia, Rússia, União Europeia e Argentina (USDA, 2012).

Capone et al. (2012b) cita que, no Brasil, o girassol apresenta-se como cultura promissora, devido à ampla adaptação e excelente qualidade do óleo (ótima fonte de ácido linolênico (ômega-3) e ácido linoléico (ômega- 6). Santos Júnior et al. (2011) afirmaram que, além da produção de grãos, o girassol se destaca como uma das oleaginosas potencialmente promissor, capaz de fomentar o programa Biodiesel no Brasil. Contrariando essa afirmação, dados do IBGE (2013) afirmam que, no Brasil, o girassol apresenta menor expressão, respondendo por apenas 0,1% da produção de sementes de oleaginosas na safra 2013, numa área 59.340 ha e uma produção de 109.630 toneladas, inferior à soja, algodão e amendoim.

A produção de sementes de girassol no Brasil ultrapassou 30 milhões de toneladas em 2009, com uma produtividade média de 1.800 $kg.ha^{-1}$ (Anuário Estatístico da Agroenergia, 2011) e um rendimento de farelo de aproximadamente 990 $kg.ha^{-1}$, sendo que, este coproduto poderia ser utilizado de forma rentável na alimentação de ruminantes.

Segundo Oliveira et al. (2014), devido às exigências do mercado consumidor em utilizar outros óleos vegetais, além do óleo de soja, e o crescente incentivo ao seu cultivo para aproveitamento como biocombustível, verifica-se uma grande disponibilidade de farelo de girassol, com grande potencial para ser empregado na alimentação animal.

Existem três processos para extração do óleo: por prensagem mecânica; prensagem e solvente, e apenas com uso de solvente. O método utilizado comercialmente para a produção de farelo de girassol é a extração com solvente

(Tavernari et al., 2008). Desse processo, obtém-se, em média, 45% de óleo, 25% de casca e 30% de farelo (Sousa, 2008).

O farelo de girassol é obtido da extração contínua do óleo utilizando solvente, após este processo, o material segue para tostagem e resfriamento, gerando um produto com valores de proteína bruta (PB) ao redor de 28% (Rosa et al., 2009; Tavernari et al., 2010). O farelo de girassol resultante da extração do óleo das sementes é considerado uma fonte proteica e pode ser empregado parcialmente como alternativa à utilização do farelo de soja nas rações (Oliveira et al., 2014). Castro (2013) afirma que o farelo de girassol apresenta um valor nutricional semelhante ao farelo de soja e ao farelo de algodão. Segundo Pavan & Santini (2002), a proteína presente no farelo de girassol é extensivamente degradada no rúmen. Pinto et al (2001) afirmaram que o perfil de aminoácidos da PB é caracterizado por baixos teores de lisina.

Em estudos sobre cinética de degradação ruminal, observou-se maior degradação ruminal da proteína bruta do farelo de girassol (entre 29 a 40% de proteína bruta, base da matéria seca) em relação ao farelo de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo de canola (Branco et al., 2006; Rodriguez et al., 2008), mas menor degradação da matéria seca em relação ao farelo de soja devido à presença de casca (Rodriguez et al., 2008). Em pesquisas i*n vitro,* demonstrou-se que a fração protéica não-degradada no rúmen do farelo de girassol (29% de proteína bruta, base da matéria seca) apresenta alta digestibilidade intestinal (Branco et al., 2006).

Jabbar et al. (2009) afirmaram que no Paquistão, após a extração do óleo, o farelo de girassol é disponível em grandes quantidades para a indústria de rações e, geralmente, contém proteína bruta 26-40% e 13 a 15% de fibra em detergente neutro, variando de acordo com o grau de remoção da casca. A boa digestibilidade dos aminoácidos, os quais variam entre 86 e 90%, é outra característica importante do farelo de girassol, sendo comparável à digestibilidade dos aminoácidos do farelo de soja (Carvalho et al., 2009).

O fato de o óleo ser extraído por meio de cozimento e uso de solventes, normalmente o hexano, faz com que o farelo de girassol apresente baixo teor de extrato etéreo, em torno de 1,5% na matéra seca (Oliveira et al., 2007). Mendes et al.(2005a) e Garcia et al. (2006) encontraram valores de 55,5% e 46,5% de FDN, respectivamente e constataram que a alta concentração de fibra no farelo de girassol é um fator que pode limitar seu uso. Segundo Cleef et al. (2011), o farelo de girassol em substituição à ureia não prejudica a digestibilidade de dietas contendo fontes energéticas, mostrando-se

como boa fonte nitrogenada em dietas de bovinos, porém Molina-Alcaide et al. (2003) encontraram baixos valores de degradabilidade do FDN.

O baixo teor de energia comparado ao do farelo de soja exige maior inclusão de fontes de energia (amidos, óleos ou gorduras). Entretanto, em rações peletizadas e com adequado teor de energia, a inclusão pode ser de 20 a 50%, substituindo completamente o farelo de soja (Pinto et al., 2001).

Garcia et al. (2006), verificaram que o farelo de girassol pode substituir, com eficiência, em até 45%, o farelo de soja na dieta de bovinos da raça Holandesa em fase de crescimento em sistema intensivo de produção.

Louvadini et al. (2007), avaliando o desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês constataram que o farelo de girassol proporcionou menor ritmo de crescimento e características de carcaça inferiores, quando fornecido em confinamento, substituindo 50% e 100% do farelo de soja. Irshaid et al. (2003), também avaliando a substituição de 50 e 100% do farelo de soja por farelo de girassol na alimentação de ovelhas e cordeiros, concluíram que o farelo de girassol pode ser incorporado na dieta sem efeitos prejudiciais sobre a digestibilidade, consumo voluntário e crescimento, porém, a disponibilidade e o preço pode vir a ser uma restrição para o seu uso.

Sharma et al. (2003), ao substituirem 25 e 50% da proteína bruta de um concentrado proteico convencional pelo farelo de girassol não descorticado, não observaram nenhuma diferença no consumo de matéria seca, produção de leite e teores de gordura e proteína do leite de vacas primíparas e búfalas multíparas.

A emissão de gases do efeito estufa, em diferentes categorias animal, é reduzida quando ofertado na dieta farelo de girassol. O volume desses gases varia de acordo com a natureza fibrosa do alimento utilizado, sendo, portanto mais dependente deste do que de características fisiológicas do animal (Pereira et al., 2009).

O desempenho de cabras Murciano-Granadina, durante a lactação, não é afetado, quando alimentadas com duas fontes de proteína (farelo de soja ou farelo de girassol), desse modo, é necessário escolher qual a fonte de proteína é conveniente incorporar em uma dieta equilibrada, que deve ser orientada por critérios econômicos (Fernández et al., 2004).

Mendes et al. (2005b), avaliando novilhos mestiços ¾ Simental x ¼ Nelore, com 391,3 kg de peso médio inicial, alimentados com milho como fonte energética (5,43 $kg.dia^{-1}$) ou casca de soja em substituição ao milho (5,60 $kg.dia^{-1}$) obtiveram elevados

consumos de MS (10,75 e 10,55 kg/animal/dia) e atribuíram à contribuição do farelo de girassol, visto que aproximadamente 20% da FDN presente nas dietas era proveniente deste ingrediente proteico, caracterizado por apresentar fibra de baixa degradabilidade ruminal.

Mendes et al. (2006), avaliando a cinética digestiva e eficiência de síntese de proteína microbiana em novilhos, concluíram que a substituição parcial do milho pela casca de soja e pelo farelo de gérmen de milho, como fontes energéticas, e farelo de girassol como fonte protéica, melhora a produção e eficiência microbiana, aumenta a contribuição da proteína microbiana que chega ao duodeno e aumenta a taxa de passagem da silagem de milho. A casca de soja e o farelo de gérmen de milho possuem bom potencial quando associados ao farelo de girassol em dietas para novilhos alimentados com silagem de milho (Mendes et al., 2006).

Em estudos avaliando o efeito da suplementação com fontes de energia (milho e casca de soja) e proteína degradável no rúmen (com ou sem farelo de girassol) sobre o desempenho de vacas de corte em lactação e as características da digestão de novilhos de corte, constataram que não é observado diferença no desempenho de vacas e novilhos, quando ocorre adição de farelo de girassol e fontes energéticas, no entanto, o peso final dos bezerros aumenta quando suplementados com casca de soja. Embora a produção do leite não tenha sido alterada, a composição (teor de gordura e sólidos totais) do leite tendeu a aumentar quando ofertado farelo de girassol nas dietas (Baumann et al., 2004).

A maioria das tortas ou farelos das oleaginosas que vêm sendo utilizadas para produção de biodiesel no Brasil é passível de utilização na alimentação animal, porém, cada uma com suas particularidades no que diz respeito a cuidados antes de serem fornecidas aos animais devido a alguns fatores tóxicos ou antinutricionais que possuem, quantidades máximas dentro da formulação das dietas dos animais e práticas de armazenamento (Abdalla et al., 2008). Esses coprodutos apresentam fatores antinutricionais ou compostos bioativos específicos, desde agentes goitrogênios, glucosinolatos, ácido fítico, gossipol, tanino e saponinas, até compostos altamente tóxicos, como no caso do forbol encontrado em tortas de pinhão manso (Makkar et al., 1998; Makkar & Becker, 1999). Entretanto, alguns desses compostos são termo-lábeis e o desenvolvimento de variedades livres têm favorecido a introdução das tortas e farelos na dieta de ruminantes.

Segundo De Maria & Moreira (2004); o termo ácido clorogênico (ACG) é usado para designar uma família de ésteres formados pela esterificação de um ou mais derivados do ácido trans-cinâmico com o ácido quínico. A semente de girassol apresenta quantidades variáveis de ACG, ácido cafeico e isômeros do ácido di-cafeoil-quínico que estão concentrados na amêndoa (Pedrosa et al., 2000).

A presença de ACG no farelo está associada ao desenvolvimento de cor verde escura e marrom sob processamento aquoso ou condições alcalinas (Rosa et al., 2011). A reação de escurecimento ocorre pela ação de polifenoloxidase que oxida o ACG e as substâncias resultantes reagem com a proteína, reduzindo a quantidade de aminoácidos essenciais, a digestibilidade e a qualidade nutricional, além de alterar a funcionalidade e a aceitabilidade das proteínas (Gonzalez-Perez et al., 2002; Martinez & Duvnjak, 2006).

1.1.2.2 A mamona e seu coproduto (torta de mamona)

A mamona (*Ricinus communis* L.), pertencente à família Euphorbiaceae, engloba um vasto número de tipos de plantas nativas da região tropical, tendo hábito arbustivo, com diversas colorações de caule, folhas e racemos (cachos) (Barros Júnior et al., 2008), é uma planta de origem tropical, resistente à seca e heliófila - gosta de muito sol (Embrapa, 2005a), ela é considerada alternativa de valor econômico, social e ambiental na busca por novas fontes de energia renováveis para substituição de derivados do petróleo, por possuir grande quantidade de óleo (45 a 50%) em suas sementes (Silveira et al., 2015).

O cultivo da mamoneira se apresenta como opção de grande importância em regiões semiáridas do Brasil, por se tratar de uma planta com capacidade produtiva de aproximadamente 1.500 kg ha^{-1} em condições de baixa precipitação pluvial e climas adversos (Barros Júnior et al., 2008).

Diferentemente da soja, girassol, amendoim e outras oleaginosas, a mamona não é destinada à alimentação humana, logo, não sofre a concorrência deste mercado (Pires et al., 2004). No entanto, dadas as aplicações nobres deste óleo, seu preço de mercado é superior aos dos demais óleos. Como o óleo extraído de suas sementes possui propriedades químicas especiais, este pode ser utilizado como ingrediente na fabricação de lubrificantes para aviões a jato, fluidos hidráulicos, no preparo de tintas, vernizes e plásticos (Almeida Júnior et al., 2009).

A Índia é o maior produtor mundial de mamona, com mais de 1.600.000 toneladas em 2013, colocando-se bem acima da produção chinesa de 60 mil toneladas, à moçambicana com 60 mil toneladas e da produção brasileira que despencou após mais um ano de seca, atingindo pouco menos de 20 mil toneladas. Segundo dados da CONAB (2014), muitos estados ainda não têm decisões claras sobre a intenção de plantio para a safra 2014/2015.

Dados do IBGE (2013) afirmam que a situação da mamona é ainda mais crítica no Brasil, esta respondeu por menos de 0,1% da produção de sementes de oleaginosas na safra 2013, numa área 50.966 ha e uma produção de 14.693 toneladas.

Segundo Lima et al. (2008), a produção da mamona se concentra na Região Nordeste, destacando-se o Estado da Bahia como responsável por cerca de 90% do volume total. Em Minas Gerais e no Nordeste, houve forte redução da área de plantio da mamona após resultados insatisfatórios nas questões de rendimento e comercialização (CONAB, 2014).

Segundo Leiras (2006), a capacidade instalada de processamento de mamona na Bahia é da ordem de 250.000 toneladas de bagas por ano, concentrada nas empresas Braswey e Brasil Óleo de Mamona Ltda. (BOM), que operam com um nível de ociosidade anual em torno de 70%, devido tanto a falta de matéria-prima quanto de demanda pelo óleo.

O óleo de mamona, extraído pela prensagem das sementes, contém de 78,3 a 90% de ácido graxo ricinoléico (Vilar et al., 2015), o que lhe confere características singulares e versáteis, possibilitando uma ampla gama de utilização industrial com utilidade só comparável à do petróleo, com a vantagem de ser um produto renovável e barato (Barros Júnior et al., 2008).

Do processo de descascamento e extração do óleo de mamona, são produzidos dois importantes coprodutos: a casca do fruto e a torta. Leal et al. (2013) definiram como torta de mamona, o coproduto da extração do óleo das sementes da mamoneira. O adequado aproveitamento desses produtos permite o aumento das receitas da cadeia produtiva e consequentemente a sua rentabilidade. As cascas de mamona são geradas na propriedade rural, muitas vezes ao lado da plantação de mamona, enquanto a torta é gerada na indústria de extração do óleo, que geralmente está situada à grande distância da plantação (Lima et al., 2008).

Dos frutos, são retiradas as sementes, sendo que para cada tonelada de semente de mamona processada, são gerados 620 kg de casca, (Severino et al., 2005) e das

sementes que foram extraídas, são gerados 530 kg de torta de mamona (Severino, 2005). Como a produção brasileira de mamona foi de 20 mil toneladas em 2013, estima-se que tenham sido produzidas aproximadamente 12,4 mil toneladas de cascas e 10,6 mil toneladas de torta. Tradicionalmente, estes dois produtos são utilizados como adubo orgânico, sendo a torta comercializada por conter alto teor de nitrogênio e as cascas apenas levadas de volta para dentro da lavoura, embora às vezes sejam queimadas para evitar o custo de transporte até a lavoura (Lima et al., 2008).

Segundo Cândido et al. (2008), em decorrência do elevado custo com alimentação proporcionalmente ao custo total de produção, a busca por alimentos alternativos e de baixo valor comercial, como coprodutos agrícolas, representam uma forma de minimizar os gastos com alimentação. Sendo assim, o farelo de mamona pode auxiliar na produção de ruminantes devido à redução dos custos com alimentação e controle da contaminação ambiental com o descarte inapropriado dos coprodutos no meio ambiente (Valle et al., 2012).

A torta de mamona é obtida após extração mecânica do óleo, possuindo, aproximadamente, 13% de óleo (Costa et al., 2004). O farelo de mamona se difere da torta pelo método de extração, através de solventes, o que permite a obtenção de produtos com menor teor de óleo (abaixo de 1,5%) (Evangelista et al., 2004). Pesquisas indicam que uma torta de boa qualidade é a obtida pelo processo de extração dupla, isto é, submete-se a mamona à prensa e posteriormente a tratamento por solventes. A torta assim obtida tem baixo teor de óleo residual (1,5%), favorecendo a sua assimilação rápida pelo e aproveitamento ao máximo (Criar e Plantar, 2005).

Segundo Severino et al. (2006), os termos torta e farelo de mamona são empregados em contextos diferentes. Ambos são coprodutos da extração de óleo de mamona, sendo a torta o coproduto do processamento mecânico de extração ou prensagem, que possui quantidade significativa de óleo (entre 7% e 12%); ao passo que o farelo é o coproduto da extração pelo processo químico com solvente, que possui teor de óleo muito pequeno (cerca de 1%).

Apesar do potencial de utilização na alimentação de ruminantes, por ser considerada tóxica na alimentação animal, a torta de mamona tem sido utilizada preferencialmente como fertilizante orgânico, para controlar nematoides do solo, devido à presença de uma toxina potente (ricina) e fatores alergénicos na torta de mamona (Severino, 2005; Furtado et al., 2012).

Existem diversos métodos para promover a desintoxicação e a dealergenização da torta da mamona. Das três toxinas presentes na semente de mamona, a ricina é a mais letal, e qualquer tentativa de destoxificação da torta de mamona deve priorizar sua desativação (Anandan et al., 2005). O tratamento de 1000 g de torta em autoclave a 15 psi, por 60 minutos, ou com 40 g de $Ca(OH)_2$/kg de torta por 8 horas remove totalmente a ricina. Segundo os mesmos autores, a ricina é o principal empecilho para uso alimentar da torta da mamona para animais, pois a ricinina e o CB-1A são de pouca relevância por estarem presentes em baixa concentração e apresentarem baixa toxicidade, e o alérgeno não afeta bovinos, apenas seres humanos (Anandan et al., 2005).

Segundo Severino (2005), a ricina é uma proteína solúvel encontrada principalmente no endosperma da semente da mamona que exerce mecanismo de toxidez através da inativação dos ribossomos, impedindo a síntese protéica (Olsnes & Kozlov, 2001). Essa proteína provoca graves perturbações digestivas podendo levar à morte se ingerida quantidade elevada que varia conforme a espécie e idade dos animais. Para ovinos, caprinos, equinos, bezerros e bovinos adultos, as doses letais são, respectivamente, de 1,25; 5,50; 0,1; 0,5 e 2,0 g kg^{-1} de peso corporal (Tokarnia et al., 2000).

Afonso & Pott (2001), trabalhando com bovinos, determinaram como sendo a quantidade letal, 10 kg de folhas frescas ou 1 kg de sementes de mamona por 500 kg de peso corporal, ou um quarto disso no caso de bezerro.

Em avaliação da dose letal em camundongos (DL_{50}) para soluções de peptídeos alergênicos, extraídos da torta de mamona, e do resíduo sólido, obtido após a hidrólise, observou-se que o tratamento com ácido sulfúrico (H_2SO_4), na temperatura e tempo estabelecidos para a hidrólise do amido, foi o responsável pela redução, em pelo menos 237 vezes, da letalidade da torta de mamona *in natura*, não resultando em morte de camundongos, no período de até 96 h (Melo et al., 2008a).

No Brasil, pesquisas recentes avaliaram o efeito da destoxificação do farelo de mamona por meio de tratamento alcalino ($Ca(OH)_2$ ou CaO, nas doses de 20, 40 ou 60 g kg^{-1}, diluído ou não em água) ou térmico (autoclave com pressão de 1,23 kgf/cm² ou 15 psi a 123°C, durante 30, 60 ou 90 minutos) (Oliveira, 2008). A eficácia de 100% de destoxificação com $Ca(OH)_2$ na dose de 40 g kg^{-1} de farelo ou com autoclave de15 psi durante 60 minutos, observada por Anandan et al. (2005), não se confirmou nesse estudo. Somente os tratamentos com $Ca(OH)_2$ ou CaO, diluídos em água (1:10), na dose

de 60 g kg^{-1} de farelo, ou com autoclave (90 minutos) mostraram-se eficazes em destoxifar a ricina.

Furtado et al. (2012), testando quatro métodos distintos de destoxificação (uso do calcário calcítico na proporção de 60 g kg^{-1} de torta de mamona, fosfato monobicálcico na proporção de 60 g kg^{-1} de torta de mamona, ureia na proporção de 10 g kg^{-1} de torta de mamona e torta de mamona tratada com autoclave a 15 psi por 60 minutos), afirmaram que nenhum dos métodos promoveu o completo desaparecimento da ricina presente na torta de mamona.

Após tratada, a torta de mamona pode ser empregada de forma racional na alimentação animal, contribuindo para a redução do custo da aquisição de concentrados (Carvalho Junior et al., 2010), pois apresenta caraterísticas como: 34% de proteína bruta (PB); 71,5% de nutrientes digestíveis totais (NDT); 93% de matéria orgânica (MO); 55% de fibra em detergente neutro (FDN); 44% de fibra em detergente ácido (FDA); 27% de cutina; 8% de extrato etéreo (EE); 0,72% de cálcio e 0,84% de fósforo (% MS) (Oliveira et al., 2010).

Evangelista et al. (2004), avaliando a composição química de duas variedades de tortas de mamona (Mamona Al Guarany e Mamona Nativa), observaram que os teores de proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, entre as variedades, variaram, sendo que, na variedade Al Guarany, os valores médios foram, respectivamente, de 42,0; 3,8; 7,7; 58,3 e 41,5%; já para a torta de mamona da variedade Nativa, os valores foram, respectivamente, 30,8; 5,6; 10,9; 56,0 e 44,7%, indicando que a composição química dos alimentos está relacionada com vários fatores, dentre eles a variedade plantada.

Tanto a torta, quanto o farelo de mamona possuem alto teor de proteína (34-41%), dos quais somente 8% do nitrogênio total não está disponível (NIDA). Apesar do valor de FDN apresentado nos trabalhos, estimado em 43 a 52%, ser alto, deve-se considerar, contudo, o alto teor de amido (>40%) verificado por Melo et al. (2008b).

Diniz et al. (2010), avaliando o efeito da substituição do farelo de soja por farelo de mamona, tratada com ou sem calcário concluíram que a substituição total ou parcial do farelo de soja com farelo de mamona tratada com cal (60 g kg^{-1}) não alterou o desempenho e o rendimento de carcaça de bovinos de corte. Portanto, o farelo de soja pode ser parcialmente ou totalmente substituído pelo farelo de mamona tratada. Furtado et al. (2012) sugerem que a torta de mamona sem tratamento de destoxificação pode ser

utilizada nas dietas de ovinos como alimento proteico alternativo, participando em até 8% da ração total, sem ocasionar expressivas reduções no consumo e na digestibilidade.

O farelo de mamona destoxificado pode, ainda, ser utilizado em substituição ao farelo de soja em dietas para ovinos em terminação por não influenciar o metabolismo do nitrogênio, com estabilidade do pH ruminal, da concentração de $N\text{-}NH_3$ no líquido ruminal e de ureia no soro sanguíneo exibindo variações dentro dos intervalos fisiológicos normais para a espécie ovina. Neste caso, o nível de inclusão deste coproduto na dieta de ovinos deve ser realizado de acordo com a viabilidade econômica da substituição (Silva et al., 2010).

Ribeiro (2010), avaliando a inclusão de torta de algodão e de mamona na ensilagem de capim-elefante, concluiu que a dose de 18% de torta de mamona, quando adicionada à ensilagem é eficiente na redução das perdas por gases, efluente e perda total, além de melhorar a composição bromatológica, com exceção dos nutrientes digestíveis totais da silagem.

Em estudos com bovinos confinados, avaliando o efeito da substituição total e parcial, do farelo de soja pelo farelo de mamona, tratado ou não com cal (CaO), sobre o consumo de nutrientes, desempenho e características de carcaça, não foi observado efeito significativo da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona sobre as características analisadas, concluído que o farelo de mamona tratado com 6% de cal pode substituir totalmente o farelo de soja em dietas para bovinos em terminação (Diniz et al., 2010; Diniz et al., 2011)

Barros et al. (2011), avaliando o desempenho de novilhas sob pastejo, recebendo suplementos múltiplos com substituição parcial ou total do farelo de soja pelo farelo de mamona tratado com CaO, concluíram que o farelo de mamona tratado, em substituição ao farelo de soja, não prejudica o desempenho animal. Valle et al (2012), no entanto, avaliando as características de carcaça de novilhas suplementadas com farelo de mamona em pastagem, observaram que a substituição de até 75% do farelo de soja pelo farelo de mamona é uma alternativa possível sem que haja o comprometimento da qualidade da carne.

Embora existam informações sobre o farelo e a torta de mamona, seus fatores antinutricionais e métodos de eliminá-los, ainda se faz necessário dar continuidade aos estudos com objetivo de conhecer suas propriedades nutricionais, visando ao aproveitamento desses produtos na alimentação animal.

1.1.2.3 O algodão e seu coproduto (torta de algodão)

A morfologia do algodoeiro (*Gossypium hirsutun*), assim como sua fisiologia, é extremamente complexa. A raiz principal é do tipo pivotante, como uma continuação direta da haste principal da planta e situa-se em sua grande maioria nos primeiros 20 cm de profundidade no solo, podendo atingir, em condições ideais até 2,5 metros de profundidade.

Por se tratar de uma planta oleaginosa, o algodoeiro afirma-se, teoricamente, como exigente, no que se refere ao solo, preferindo aqueles de textura média, profundos, ricos em matéria orgânica, permeáveis, bem drenados e de boa fertilidade. O período de semeadura se estende de dezembro a fevereiro e com ciclo de 160 a 180 dias (Yamashita et al., 2006).

A cultura do algodoeiro atravessou grandes dificuldades na década de 80. Entre estas podem se destacar a chegada ao Brasil da praga do bicudo, responsável por sérios prejuízos à cultura, e os incentivos oferecidos para compra de algodão importado que fizeram a demanda interna do produto pela indústria têxtil nacional, entrar em franco declínio.

Como alternativa para rotação com a soja, os produtores do Centro-Oeste viram no algodão uma grande oportunidade de negócios. A segunda metade da década de 90 significou um marco na migração da cultura do algodoeiro, das áreas tradicionalmente produtoras para o cerrado brasileiro. Hoje esta região responde por 84% da produção brasileira de algodão, tendo o estado de Mato Grosso como maior produtor brasileiro.

O algodoeiro tem sido cultivado com sucesso nos cerrados de Goiás e Bahia, especialmente em sucessão com a soja. O padrão tecnológico de exploração do algodoeiro é baseado em grandes propriedades, forte mecanização das etapas da produção e alto uso de insumos e demais tecnologias (Ferreira & Carvalho, 2005).

A cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) é responsável por empregar, no campo, aproximadamente 150 mil pessoas, e ocupar 1,71% das propriedades agrícolas do país (Neves et al., 2005).

Segundo Neves et al. (2005), no Brasil, a área plantada com algodão vem diminuindo desde 1985, passando de 2,25 milhões de hectares para 0,81 milhão em 2001. Contudo, a produção aumentou em 99,41% nesse mesmo período, e tal efeito foi o reflexo do maior nível de tecnologia utilizado na produção dessa cultura, com o maior uso de adubos e corretivos de acidez dos solos (Embrapa, 2001).

Segundo dados do IBGE (2013), houve uma variação negativa de 31,4% na produção de algodão do ano de 2013 em relação à de 2012. Diferença absoluta de 1.557.434 toneladas e redução de 436.313 ha na área colhida. Este quadro de decréscimos de área e produção é creditado à regularização dos estoques com as safras colhidas em 2011 e 2012, à crise na zona do Euro e às altas cotações da soja, produto que concorreu em 2013 com áreas anteriormente destinadas à cultura do algodão.

O Estado do Mato Grosso, principal produtor, participou no ano de 2013 com 54,8% da produção nacional, houve uma redução de 33,3% na área plantada e colhida no estado, em relação ao ano anterior, isso se deve à baixa cotação do produto na época do plantio (IBGE, 2013).

A cotonicultura nacional, para ser competitiva na economia globalizada, requer tecnologia avançada, de modo a se obter alta produtividade, qualidade de fibras e diminuição dos custos de produção. A tecnologia adotada atualmente consiste num sistema de produção, tendo como umas das principais técnicas, a adequada correção do solo e utilização de altas doses de fertilizantes, além de clima favorável. Por outro lado, as maiores áreas de algodão no Brasil encontram-se em locais com índice pluviométrico relativamente alto (Bogiani, 2008).

Segundo Azevedo & Silva (2007), mais de 60% das áreas mundiais cultivadas com algodão são irrigadas. Os países que apresentam as maiores produtividades como Israel, Austrália, Peru, Estados Unidos, México e Egito irrigam totalmente a área plantada ou parte dela (Federacion Nacional de Algodoneros, 1990). Entre todas as culturas irrigadas no mundo, o algodoeiro corresponde a 7% de toda a área explorada com esse tipo de cultivo (World Bank, 1990). Isto ocorre devido à importância de sua fibra na fabricação de tecidos para vestimenta de aproximadamente 50% da população mundial (Barreto et al., 1994). Segundo Ferreira & Carvalho, os custos de produção são elevados (US$ 1559,91/ha), mas se obtêm produtividades altas que compensam o investimento.

A pluma é o principal produto do algodoeiro, as sementes no setor têxtil é considerado um coproduto da produção. Contudo, no processamento do algodão, aproximadamente 62,5% do peso do produto antes do processamento é caroço, este é muito apreciado por seu azeite comestível e pelo farelo que resulta da moagem de seu resíduo, usado na alimentação do gado e como fertilizante (BiodieselBr, 2005).

O óleo de algodão é o óleo vegetal mais antigo produzido industrialmente, tendo sido consumido em larga escala no Brasil, mas reduzido com o aumento da produção de soja (Embrapa Algodão, 2005b).

O processamento do algodão consiste inicialmente na separação da fibra longa das sementes, processo denominado descaroçamento, que resulta em caroço com línter, caracterizado por apresentar fibras finas e curtas, que permanecem ligadas ao caroço (Santos et al., 2009). O caroço de algodão pode ser destinado à moagem, no processamento industrial, para a extração do óleo para o consumo humano, gerando assim, os demais coprodutos. O farelo de algodão é obtido quando são utilizados processos químicos (solventes) e físicos (prensagem) para a extração do óleo. Já a torta de algodão é obtida quando é utilizada apenas a prensagem (Paim et al., 2010).

O algodoeiro não é somente uma planta fibrosa e oleaginosa, mas também, produtora de proteína de qualidade, podendo funcionar como suplemento proteico na alimentação animal e humana, na ausência de gossipol (Embrapa, 2006).

Analisando os dados dos boletins mensais do biodiesel e do relatório de produção nacional de biodiesel puro – B100, da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), observa-se que embora o óleo de soja componha 74,3% da matriz oleaginosa para produção de biodiesel, dos 3,785 bilhões de litros deste biocombustível produzidos no Brasil de janeiro a novembro de 2014, ao menos 3,6%, ou seja, aproximadamente 136 milhões de litros utilizaram o óleo de algodão como matéria prima, sendo esta a terceira principal fonte de óleo (BRASIL, 2014), gerando como coproduto, a partir desta cadeia produtiva, cerca de 653 mil toneladas de torta residual de algodão.

A torta de algodão, obtida após a extração do óleo, pode ser usada na alimentação animal e na fabricação de farinhas alimentícias, após desintoxicação, entretanto, sua principal aplicação reside na elaboração de rações animais, devido ao seu alto valor proteico (EMBRAPA, 2007). A torta de algodão pode ainda, apresentar potencial de mitigação das emissões de metano na fermentação ruminal (Franco et al., 2013).

Podem-se produzir dois tipos de torta: a torta gorda proveniente da prensagem mecânica, com teor de óleo residual acima de 2%, e a torta magra com teor menor de 2% de óleo residual, oriunda da extração por solventes. A primeira, por ter maior teor de óleo, é mais energética e a segunda apresenta concentração relativamente maior de proteína.

Diversas são as fontes proteicas alternativas disponíveis no mercado que podem vir a substituir o farelo de soja na ração concentrada, sem comprometer o desempenho dos animais, diminuindo o preço de custo da mesma, entre estas fontes merecem destaque a torta e o farelo de algodão (Pina et al., 2006; Andrade et al., 2014). O farelo e a torta de algodão têm sido utilizados com o objetivo de reduzir o uso de farelo de soja visando à obtenção de condições econômicas mais vantajosas e, embora apresente menores teores de energia e proteína, é caracterizado pelo seu maior teor de proteína não-degradável no rúmen (NRC, 2001). Porém, o potencial de incorporação desses ingredientes em dietas para animais ruminantes requer cuidado, planejamento, avaliação e estudo. Rações formuladas com ingredientes alternativos devem ser eficientes, seguras e econômicas para permitir o mesmo desempenho produtivo de animais alimentados com dietas tradicionais (Pina et al., 2006).

O gossipol é um composto polifenólico de cor amarela antioxidante e antipolimerizante produzido na planta do algodão, que pode provocar intoxicação para ruminantes, embora em menores níveis (Santos, 1997), a não ser que sejam fornecidas quantidades superiores a 3 ou 4 kg dia^{-1} (FAO, 1992). Os ruminantes têm habilidade em tolerar o gossipol porque os microorganismos do rúmen promovem ligações com o grupo e-amino da lisina de proteínas solúveis que impedem sua absorção (Santos, 1997). Os fatores que predispõem os ruminantes à toxicidade, duração da ingestão, função ruminal e conteúdos de proteína e minerais da ração. Para que ocorram sinais de intoxicação pelo gossipol é necessário que haja sua ingestão por várias semanas ou meses, pois seu efeito é cumulativo (Rogério et al., 2003).

Para bezerros e cordeiros com menos de quatro meses de idade, não é recomendado o fornecimento superior a 100ppm de gossipol livre. Quanto mais velho o animal, mais gossipol é capaz de tolerar, no entanto, 400-600 ppm é toxico para jovens ruminantes. Bezerros acima de quatro meses de idade toleram até 200 mg kg^{-1} (Morgan, 1989). Bovinos adultos podem tolerar quantidades muito maiores de gossipol livre, mas a toxicidade tem sido relatada com níveis de 800 ppm alimentado por um longo período de tempo (Morgan, 1989).

O gossipol tem sido alvo de pesquisas recentes, devido a sua importância em atividades biológicas, como a antifúngica, antiviral, anticancerígena e efeitos antifertilidade (Talipov et al., 2009), ele, tem efeito anticoncepcional em animais reprodutores e, por isso, alguns pesquisadores recomendam a não utilização de derivados de algodão em dietas de reprodutores machos. Dietas com até 30 mg de

gossipol por quilo de peso corporal não causam efeito tóxico sobre a quantidade e qualidade do sêmen. Em fêmeas, o consumo de mais de 36,0 mg de gossipol livre kg^{-1} de peso corporal resulta em redução na qualidade e desenvolvimento embrionário *in vivo* e *in vitro*. Embriões provenientes de novilhas alimentadas com gossipol reduzem a taxa de prenhez quando transferidos para vacas em lactação (Galvão et al., 2006; Villaseñor et al., 2008).

Villaseñor et al. (2008) mostraram que os embriões entram em contato com este pigmento tóxico no útero desses animais, já que foi observado presença de gossipol no fluido uterino. Contudo, embriões em desenvolvimento são sensíveis ao gossipol, pois causam redução da clivagem embrionária, redução da taxa de gravidez, aumento da perda de gravidez (abortos), embriões de má qualidade e baixo desenvolvimento, enfim, a redução da fertilidade foi relacionada com a alta quantidade de gossipol livre na dieta de animais (Hernández-Céron et al., 2005; Villaseñor et al., 2008).

Fornecendo para novilhas de corte dietas com caroço de algodão peletizado e sem línter, em teores de 15% e 25 % da matéria seca, Cranston et al. (2006) encontraram níveis de gossipol acima do limite recomendado de 5 µg mL^{-1} de plasma sanguíneo, contudo, afirmaram que as dietas com a inclusão desses coprodutos são seguras para terminação de bovinos de corte.

Diante disso, para que a utilização da torta de algodão na alimentação animal seja realizada com segurança, deve-se considerar o conjunto de fatores que afetam a toxidade desses, com relação ao teor do gossipol, além das características do animal, como diferenças de susceptibilidade entre as espécies, maturação e estado nutricional do animal. Assim, após serem considerados os demais parâmetros para adequação nutricional da dieta a ser utilizada, a análise do teor de gossipol presente na torta permite que a adição deste produto na alimentação animal seja realizada em níveis seguros em relação à ausência de toxidade e manutenção do desempenho animal.

O valor nutricional do farelo de algodão pode variar de acordo com a adição de maior ou menor teor de casca, por isso, no mercado, tem-se o farelo de algodão com diferentes teores de proteína bruta, sendo mais comuns os farelos com 30% de PB e 44% de PB (Paim et al., 2010). O farelo com 44% de PB apresenta: 1,8% de EE, 23% de FDN e 77% de NDT (NRC, 2007).

Winterholler et al. (2009), relataram, em estudos elaborados nos Estados Unidos, que, em resposta ao aumento da crescente demanda por óleo do caroço de algodão como matéria prima para produção de biocombustíveis, algumas indústrias elaboraram

técnicas mecânicas de extração do óleo do caroço de algodão e um dos coprodutos desse processo é o farelo de algodão extrusado peletizado, nacionalmente conhecido como torta de algodão que contém altos teores de proteína bruta (30,4%), 44% de fibra insolúvel em detergente neutro e 10,2% de gordura, com base na matéria seca.

No Brasil, Valadares Filho et al. (2006) apresentaram dados de farelo de algodão com 38% de PB, 1,87% de EE, 34,92% de FDN e 68,31% de NDT. O teor de extrato etéreo da torta é maior do que o de farelo de algodão, já que, para obtenção da torta, é utilizada apenas a prensagem para extração de óleo. Dados da composição bromatológica da torta de algodão são escassos na literatura, entretanto, o NRC (2007) descreve a seguinte composição: 46% de PB, 5% de EE, 18% de FDA, 31% de FDN e 80% de NDT.

A composição química do alimento, por si só, não é um indicativo que o mesmo possa ser eficiente em promover maior desempenho dos animais, assim, torna-se necessário o seu fornecimento para os animais e desta formar avaliar seu valor nutricional, pois existem vários fatores intrínsecos aos alimentos, como: cor odor, que podem causar rejeição pelo animal mesmo possuindo boa composição química.

O consumo de MS, além de determinar a quantidade de nutrientes disponíveis para mantença e produção de um animal (NRC, 2001), é importante na formulação de dietas para evitar super ou subfornecimento de nutrientes, que poderiam causar efeitos adversos à saúde dos animais ou onerar os custos. Portanto, quando se refere ao sistema de produção, devem-se considerar os custos com alimentação, o potencial genético dos animais e o ambiente no qual o animal está inserido.

Franco et al. (2013), avaliando os efeitos da substituição do farelo de soja pela torta de algodão como concentrado proteico em dietas sobre as frações de carboidratos e proteínas, cinética de fermentação ruminal e produção de metano *in vitro* constataram que a utilização da torta de algodão em substituição à proteína do farelo de soja em dietas para incubação *in vitro* reduz a proporção de açúcares solúveis e aumenta as frações de fibra potencialmente degradável e indigestível, sem alterar o teor de carboidratos totais. O aumento nos níveis de utilização da torta de algodão reduz os compostos nitrogenados não proteicos (Fração A), ao incrementa a proteína verdadeira rapidamente degradável somada à fração de degradação intermediária (Fração B1+B2) e a proteína indigestível (Fração C) nas dietas experimentais. A torta de algodão não interfere na cinética de fermentação ruminal dos carboidratos não fibrosos, e, embora afete as taxas de degradação dos carboidratos fibrosos, o volume de gases oriundo de

sua degradação não é alterada. A substituição do farelo de soja pelo coproduto torta de algodão como concentrado proteico em dietas para incubação *in vitro* não influencia a produção de metano em 24 horas de fermentação.

Alves et al. (2010), avaliando o efeito de níveis crescentes de farelo de algodão (0, 8,7; 17,4; 26,1; e 34,8% na matéria seca) de alta energia em substituição ao farelo de soja em dietas para vacas leiteiras sobre o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes, a eficiência na utilização do nitrogênio e a produção de leite, observaram efeito sobre o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo, o qual fica maior para os níveis de inclusão de 8,7; 26,1; e 34,8%. A eficiência de utilização de nitrogênio e os teores de nitrogênio uréico no sangue e no leite não foram afetados por nenhum dos níveis de inclusão, bem como a eficiência alimentar, a produção de leite e o teor de gordura no leite. Os aumentos dos níveis de farelo de algodão de alta energia não afetaram o consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro. Concluíram que o farelo de algodão de alta energia tem potencial para substituir o farelo de soja na alimentação de vacas de média produção recebendo rações com 14% de proteína bruta na matéria seca em até 34,8% da matéria seca do concentrado; seu uso depende, portanto, das variações de mercado.

Hilali et al. (2011) afirmaram que dietas equilibradas utilizando suplementos de baixo custo formulados com alimentos não convencionais, como a torta de algodão, podem ser opções para os agricultores, diminuindo custos de alimentação e também aumentando a duração do período de ordenha e produção total de leite, gordura, proteína, e sólidos totais, sem comprometer os componentes do leite, podendo chegar a um aumento das taxas de retorno de até 30%.

Estudos avaliando a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão em dietas à base de palma forrageira para vacas em lactação observaram que a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão não altera a ingestão de nutrientes, a digestibilidade dos nutrientes, a produção de leite e a composição do leite de vacas da raça Girolando. Assim, a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão é recomendado para vacas de baixa produção que consomem dietas à base de palma (Silva et al., 2009).

Ribeiro et al. (2007) mostraram uma redução no ganho de peso na terminação de bovinos alimentados com farelo de algodão, entretanto a fonte proteica (farelo de soja ou farelo de algodão) não afetou a qualidade da carcaça.

Barros et al. (2011), avaliando o efeito do uso de suplementos múltiplos com diferentes níveis (0, 33, 67 e 100%) de farelo de algodão em dietas para novilhas de corte em pastagem de *Brachiaria decumbens* no período das águas, constataram que o uso de farelo de algodão em substituição ao farelo de soja na dieta não prejudica o desempenho de novilhas de corte em pastejo.

Referências Bibliográficas

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

AFONSO, E.; POTT, A. **Plantas no Pantanal tóxicas para bovinos.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.32-33, 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP – Disponível em: http://www.anp.gov.br/?pg=40787&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1296648070546. Acesso em: 16 de janeiro de 2015.

ALMEIDA, E.S.; PORTELA, F.M. SOUSA, R.M.F.; DANIEL, D.; TERRONES, M.G.H.; RICHTER, E.M. MUÑOZ, R.A.A. Behaviour of the antioxidant *tert*-butylhydroquinone on the storage stability and corrosive character of biodiesel. **Fuel.** v.90, n.11, p.3480-3484, 2011.

ALMEIDA JÚNIOR, A.B.; OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; OLIVERA, M.K.T.; LINHARES, P.C.F. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da mamoeira. **Revista Caatinga.** v.22, n.1, pag.217-221, 2009.

ALVES, A.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; HATAMOTOZERVOUDAKIS, L.K.; CABRAL, L.S.; LEONEL, F.P.; PAULA, N.F. 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.** v.39, n.3, p.532-540, 2010.

ANANDAN, A.; KUMAR, G.K.A.; 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, n.1-2, p.159-168, 2005.

ANDRADE, I.R.A.; CÂNDIDO, M.J.D.; POMPEU, R.C.F.F.; GUIMARÃES, V.P.; SILVA, L.V.; EVANGELISTA, M.E.S. Desempenho produtivo e econômico do confinamento de ovinos utilizando diferentes fontes proteicas na ração concentrada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.** v.15, n.3, p.717-730, 2014.

AZEVEDO, R.A.; BICALHO, F.L.; ARAÚJO, F.; RIBEIRO JÚNIOR, C.S; SANTOS, A.C.R.; JAYME, D.G.; GERASEEV, L.C. Techinical and economic analysis of diferentes levels of macaúba cake in diets for dairy cows. **Archivos de Zootecnia.** v.62, n.237, p.147-150, 2013.

AZEVEDO, P.V.; SILVA, F.D.S. Risco climático para o cultivo do algodoeiro na região nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia.** v.22, n.3, p.408-416, 2007.

BACKES, R.L.; SOUZA, A.M.; BALBINOT JÚNIOR, A.A.; GALLOTI, G.J.M.; ALVIMAR, B.A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no planalto norte catarinense. **Scientia Agraria**. v.9, n.1, p.41-48, 2008.

BAHIABIO. 2008. **Programa de bioenergia da Bahia.** Novembro/2008. Disponível em: http://www.seagri.ba.gov.br/bahiabio.asp. Acesso em: 16 de janeiro de 2015.

BARROS, L.V.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; LOPES, S.A.; ANILZA, A.R.; VALENTE, E.E.L.; ALMEIDA, D.M. Replacement of soybean meal by treated castor meal in supplements for grazing heifer during the dry-rainy season period. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.40, n.4, p.843-851, 2011.

BARROS JÚNIOR, G.; GUERRA, H.O.C.; CAVALCANTI, M.L.F.; LACERDA, R.D. Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.12, n.4, p.350-355, 2008.

BAUMANN, T.A.; LARDY, G.P.; CATON, J.S.; ANDERSON, V.L. Effect of energy source and ruminally degradable protein addition on performance of lactating beef cows and digestion characteristics of steers. **Journal of the Animal Scince.** v.82, n.9, p. 2667–2678, 2004.

BIODIESELBR (2005). Disponível em: http://www.biodieselbr.com. Acessado em 22 de janeiro de 2015.

BOGIANI, J.C. **Comportamento de cultivares de algodoeiro (*Gossypium Hirsutum* l.) Ao uso de diferentes doses de cloreto de Mepiquata.** Botucatu: UNESP. 2008. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2008.

BRANCO, A.F.; CONEGLIAN, S.M.; MAIA, F.S.; GUIMARÃES, K.C. Digestibilidade intestinal verdadeira da proteína de alimentos para ruminantes**. Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 35, n. 4, p. 1788-1795, 2006.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Boletim Mensal de Biodiesel - Dezembro de 2014. 2014. Disponível em: http://www.anp.gov.br/?pg=73584&m=biodiesel&t1=&t2=biodiesel&t3=&t4=&ar=0&ps=1&cachebust=1422369716559. Acessado em 27 de janeiro de 2015.

CAMPOS, I. **Biodiesel e biomassa: duas fontes para o Brasil**, Revista Eco 21, Ano XIII, Edição 80, Julho. 2003. Disponível em http://www.eco21.com.br. Acesso em 17 de Abril de 2015.

CÂNDIDO, M.J.D. ; BONFIM, M. A. D. ; SEVERINO, L.S. ; OLIVEIRA, S. Z. R .DE. Utilização de Coprodutos da mamona na alimentação animal. In: Congresso brasileiro de Mamona, 3., 2008. **Anais...** Salvador, 2008.

CAPONE, A.; BARROS, H.B.; SANTOS, E.R.; FERRAZ, E.C.; SANTOS, A.F.; FIDELIS, R.R. Influência de diferentes épocas de semeadura no desempenho agronômico de cultivares de girassol no cerrado tocantinense. **Bioscience Journal.** v.28, n.2, p.136-144, 2012a.

CAPONE, A.; SANTOS, E.R.; FERRAZ, E.C.; SANTOS, A.F.; OLIVEIRA, J.L.; BARROS, H.B. Desempenho agronômico de cultivares de girassol no sul do Estado Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v.3, n.3, p.13-23, 2012b.

CARVALHO JÚNIOR, J.N.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; Silva, F.F.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P. Digestibilidade aparente da dieta com capim-elefante ensilado com diferentes aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** v.62, n.4, p.889-897, 2010.

CARVALHO, W.T.V.; GONÇALVES, L.C.; PEREIRA, L.G.R.; VELASCO, F.O. Sementes, torta e farelo de girassol na alimentação de gado de leite. In: GONÇALVES, E.L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. P.467-477.

CASTRO, T.R. **Farelo de girassol em dietas com diferentes teores de extrato etéreo para cordeiros em terminação.** Lavras: UFLA. 2013. 103p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

CERQUEIRA, P.S.; PEDROTTI, A.; BRANCO, R.P.C. Biodiesel e agricultura familiar: reflexões sobre a sustentabilidade. **Bahia: Análise & Dados.** v.24, n.2, p.327-336, 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_16_17_33_44_mamonadezembro2014.pdf. Acessado em: 19 de janeiro de 2015.

CORREIA, B.R.; OLIVEIRA, R.L.; JAEGER, S.M.P.L.; BAGALDO, A.R.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVEIRA, G.J.C.; LIMA, F.H.S.; OLIVEIRA, P.A. Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de novilhos alimentados com tortas do biodiesel. **Archivos de Zootecnia.** v.61, n.233, p.79-89, 2012.

COSTA, F.X.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, R.M.M.; LUCENA, A.M.A.; GUIMARÃES, M.M.B. Composição química da torta de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. Energia e sustentabilidade - **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004.

CRANSTON, J.J.; RIVERA, J.D.; GALYEAN, M.L.; BRASHEARS, M.M.; BROOKS, J.C.; MARKHAM, C.E.; McBETH, L.J.; KREHBIEL, C.R. Effects of feeding whole cottonseed and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science.** v.84, n.8, p.2186-2199, 2006.

CRIAR e PLANTAR (2005). Disponível em: http://www.criareplantar.com.br/agricultura/lerTexto.php?categoria=44&id=655. Acessado: 20 de janeiro de 2015.

DE MARIA, C.A.B.; MOREIRA, R.F.A. Métodos para análise de ácido clorogênico. **Química Nova**. v.27, n.4, p.586- 592, 2004.

DEMIRBAS, A. Importance of biodiesel as transportation fuel. **Energy Policy**. v.35, n.9, p.4661-4670, 2007.

DINIZ, L.L.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, A.S.; PINA D.S.; SILVA, L.D.; BENEDETI, P.B.; BAIÃO, G.F.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES, R.F.D. Castor bean meal for cattle finishing: 1 – Nutritional parameters. **Livestok Science.** v.135, n.2-3, p.153-167, 2011.

DINIZ, L.L.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES, R.F.D.; SILVA, L.D.; MONNERAT, J.P.I.S.; BENEDETI, P.B.; OLIVEIRA, A.S.; PINA D.S. Effects of castor meal on the growth performance and carcass characteristics of beef cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.** v.23, n.10, p.1308-1318, 2010.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultura do Algodão Herbácio. Embrapa: São Paulo, 2007. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/coprodutos.htm. Acessado em 27 de janeiro de 2015.

EMBRAPA - http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/cultivares.html, 2006. Acessado em 22 de janeiro de 2015.

EMBRAPA ALGODÃO (2005a). Disponível em: http://www.cnpa.embrapa.br/mamona /sistemaproducaomamona.htm. Acessado em 19 de janeiro de 2015.

EMBRAPA ALGODÃO (2005b). Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embra pa .br/FontesHTML/Algodao/ Acessado em 22 de janeiro de 2015.

EMBRAPA AGROPECUÁRIA DO OESTE. **Algodão**: tecnologia de produção. Dourados: Embrapa Agropecuária do Oeste; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. 296p.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço energético nacional 2013: Ano base 2012.** Rio de Janeiro, 288p, 2013.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; PERON, A.J. Avaliação da composição química das tortas de mamona e amendoim obtidos por diferentes métodos de extração de óleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1.; Campina Grande, 2004. **Anais...** Campina Grande: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2004.

FAO. Food Agriculture Organization United Nations. **Tropical feeds.** 3.0 Oxford Computer Journals, 1992.

FEDERACION NACIONAL DE ALGODONEROS. **Bases técnicas para el cultivo del algodón em Colombia**. Bogotá, 714p., 1990.

FERREIRA, G.B.; CARVALHO, M.C.S. Adubação do algodoeiro no cerrado: Resultados de pesquisa em Goiás e Bahia. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 5, 2005, Salvador, **Anais...** Salvador, 2005. 6p.

FERNÁNDEZ, C.; RUBERT-ALEMÁN, J.; SÁNCHEZ-SÉIQUER P. Effect of two sources of protein on performance in Murciano-Granadina goats during lactation. **Options Méditerranéennes.** Série A, n.59, p.79-83, 2004.

FRANCO, A.L.C.; MIZUBUTI, I.Y.; AZEVÊDO, J.A.G.; RIBEIRO, E.L.A.; PEREIRA, E.S.; PEIXOTO, E.L.T.; FERREIRA, D.M.F.; ANDRADE NETO, A.Q. Fermentação ruminal e produção de metano in vitro de dietas contendo torta de algodão. **Semina: Ciências Agrárias.** v.34, n.4, p.1955-1966, 2013.

FURTADO, R.N.; CARNEIRO, M.S.S.; CÂNDIDO, M.J.D.; GOMES, F.H.T.; PEREIRA, E.S.; POMPEU, R.C.F.F.; SOMBRA, W.A. Valor nutritivo de dietas contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação para ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** v.64, n.1, p.155-162, 2012.

GALVÃO, K.N.; SANTOS, J.E.P.; COSCIONI, A.C.; JUCHEM, S.O.; CHEBEL, R.C.; SISCHO, W.M.; VIALLASEÑOR, M. Embryo survival from gossypol-fed heifers after transfer to lactating cows treated with human chorionic gonadotropin. **Journal of Dairy Science**. v.89, n.6, p.2056-2064, 2006.

GARCIA, J.A.S.; VIEIRA, P.F.; CECON, P.R.; SETTI, M.C.; McMANUS, C.; LOUVANDINI, H. Desempenho de bovinos leiteiros em fase de crescimento alimentados com farelo de girassol. **Ciência Animal Brasileira.** v.7, n.3, p.223-233, 2006.

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

GONZALEZ-PEREZ, S.; MERCK, K.B.; VEREIJKEN, J.M.; VAN KONINGSVELD, G.A.; GRUPPEN, H.; VORAGEN, A.G. Isolation and characterization of undenatured chlorogenic acid free sunflower (Helianthus annuus) proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.50, n.6, p.1713-1719, 2002.

HAMELINCK, C.N.; FAAIJ, A.P.C. Outlook for advanced biofuels. **Energy Policy.** v.34, n.17, p.3268-3283, 2006.

HERNÁNDEZ-CERÓN, J.; JOUSAN, F.D.; SOTO, P.; HANSEN, P.J. Timing of inhibitory actions of gossypol on cultured bovine embryos. **Journal of Dairy Science.** v.88, n.3, p.922-928, 2005.

HILALI, M.; IÑIGUEZ, L.; KNAUS, W.; SCHREINER, M.; RISCHKOWSKY, B.; WURZINGER, M.; MAYER, H. K. Prospects for using nonconventional feeds in diets for Awassi dairy sheep in Syria. **Journal of Dairy Science**. v.94, n.6, p.3014-3024, 2011.

HRISTOV, A.N.; DOMITROVICH, C.; WACHTER, A,; CASSIDY, T.; LEE, C.; SHINGFIELD, K.L.; KAIRENIUS, P.; DAVIS, J.; BROWN, J. Effect of replacing solvent-extracted canola meal with high-oil traditional canola, high-oleic acid canola, or high-erucic acid rapeseed meals on rumen fermentation, digestibility, milk production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science.** v.94, n.8, p.4057-4074, 2011.

IBGE, 2013. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_201309.pdf. Acesso em: 17 de janeiro de 2015.

IRSHAID, R.H.; HARB, M.Y.; TITI, H.H. Replacing soybean meal with sunflower seed meal in the ration of Awassi ewes and lambs. **Small Ruminant Research**, v.50, n.1-2, p.109-116, 2003.

JABBAR, M.A.; MARGHAZANI, I.B.; SAIMA. Effect of replacing cotton seed cake with sunflower meal on milk yield and milk composition in lactating Nili-Ravi Buffaloes. **The Journal of Animal and Plant Sciences**. v.19, n.1, p.6-9, 2009.

LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.R.; PEREIRA, L.G.R.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, ANDRÉ S.; DETMANN, E.; SOUZA, N.K.P.; LIMA, J.C.M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.45, n.9, p.1012-1020, 2010.

LEAL, M.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ESPINDOLA, J.A.A.; ARAÚJO, E.S. Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.17, n.11, p.1195-1200, 2013.

LEIRAS, A. **A Cadeia Produtiva do Biodiesel: uma avaliação econômica para o caso da Bahia.** Rio de Janeiro: PUC Rio. 2006. 156p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2006.

LIMA, D.C.; DUTRA, A.S.; PONTES, F.M.; BEZERRA, F.T.C. Storage of sunflower seeds. **Revista Ciência Agronômica**. v.45, n.2, p.361-369, 2014.

LIMA, R.L.S.; SEVERINO, L.S.; ALBUQUERQUE, R.C.; BELTRÃO, N.E.M.; SAMPAIO, L.R. Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. **Revista Caatinga**. v.21, n.5, p.102-106, 2008.

LOPES, J.S.; ANDRADE, T.C.Q.; SANTANA, G.C. Biodiesel: oportunidades e desafios. **Revista Bahia Agrícola.** v.8, n.1, p.24-27, 2007.

LOUVADINI, H.; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S.; McMANUS, C.; COSTA, D.M.; ARAÚJO, S.C. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.36, n.3, p.603-609, 2007.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; SILVA, LUIZ F.C.; FONSECA, M.A. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.38, n.11, p.2247-2257, 2009.

MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Plant toxins and detoxification methods to improve feed quality of tropical seeds - Review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. v.12, n.3, p.467-480, 1999.

MAKKAR, H.P.S.; ADERIBIGBE, A.O.; BECKER, K. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of Jatropha curcas for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. **Food Chemistry**. v.62, n.2, p.207-215, 1998.

MARTINEZ, E.; DUVNJAK, Z. Enzymatic degradation of chlorogenic acid using a polyphenol oxidase preparation from the white-rot fungus Trametes versicolor ATCC 42530. **Process Biochemistry.** v.41, n.8, p.1835-1841, 2006.

MATOS JÚNIOR, J.B.; DIAS, A.N.; BUENO, C.F.D.; RODRIGUES, P. A.; VELOSO, A.L.C.; FARIA FILHO, D.E. Metabolizable energy and nutrient digestibility of detoxified castor meal and castor cake for poultry. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.11, p.2439-2442, 2011.

MELO, W.C.; SILVA, D.B.; PEREIRA JÚNIOR, N.; SANTA ANNA, L.M.M.; SANTOS, A.S. Produção de etanol a partir de torta de mamona (*Ricinus communis* L.) e avaliação da letalidade da torta hidrolisada para camundongos. **Química Nova.** v.31, n.5, p.1104-1106, 2008a.

MELO, W.C.; SANTOS, A.S.; SANTA ANNA, L.M.M.; PEREIRA JÚNIOR, N. Acid and enzymatic hydrolisis of the residue from castor bean (*Ricinus communis* L.) oil extracion for etanol production: detoxification and biodiesel process integration. **Journal of the Brazilian Chemical Society.** v.19, n.3, p.418-425, 2008.

MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; NASCIMENTO, V.F.; QUEIROZ, M.A.Á.; PEREIRA, E.M.O. Cinética digestiva e eficiência de síntese de proteína microbiana em novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.35, n.1, p.264-274, 2006.

MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; BOCCHI, A.L.; QUEIRÓZ, M.A.Á.; FEITOSA, J.V. Consumo e digestibilidade total e parcial de dietas utilizando farelo de girassol e três fontes de energia em novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.34, n.2, p.679-691, 2005a.

MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; FEITOSA, J.V. Desempenho, parâmetros plasmáticos e características de carcaça de novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.2, p.324-364, 2005b.

MENDONÇA, C.R.B.; BICA, C.I.D.; SIMÓ-ALFONSO, E.F. RAMIS-RAMOS, G.; PIATNICKI, C.M.S. Physical chemical properties and kinetics of redox processes in water/soybean oil microemulsions. **Journal of the Brazilian Chemical Society.** v.19, n.4, p.775-781, 2008.

MENEGHETTI, C.C.; DOMINGUES, J.L. Características nutricionais e uso de coprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime.** v.5, n.2, p.512-536, 2008.

MEYER, U.; SCHWABE, A.; DÄNICKE, S.; FLACHOWSKY, G. Effects of by-products from biofuel production on the performance of growing fattening bulls. **Animal Feed Science and Technology.** v.161, n.3-4, p.132-139, 2010.

MOLINA-ALCAIDE, E.; YÁÑEZ-RUIZ, D.R.; MOUMEN, A.; MARTÍN-GARCÍA, A.I. Ruminal degradability and in vitro intestinal digestibility of sunflower meal and in vitro digestibility of olive by-products supplemented with urea or sunflower meal. Comparison between goats and sheep. **Animal Feed Science and Technology.** v.110, n.3-15, p.3-15, 2003.

MOREIRA, M.N.; SILVA, A.M.A.; CARNEIRO, H.; BEZERRA, L.R.; MORAIS, R.K.O.; MEDEIROS, F.F. *In vitro* degradability and total gas production of biodiesel chain byproducts used as a replacement for cane sugar feed. **Acta Science. Animal Science.** v.36, n.4, p.399-403, 2014.

MORGAN, S.E. Gossypol as a toxicant in livestock. **Veterinary Clinics: Food Animal Pratice**. v.5, n.2, p.251- 262, 1989.

MOURAD, A.L. Principais culturas para obtenção de óleos vegetais combustíveis no Brasil. In: ENCONTRO DE ENERGIA DO MEIO RURAL, 6., 2006, **Anais...** Campinas: UNIFEI.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids**. Washington: National Academic Press, 2007. 362p.

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

NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G.; MARTINS, F.A.D.; PÁDUA, T.R.P.; PINHO, P.J. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v.40, n.5, p.517-521, 2005.

OLIVEIRA, T.M.M.; NUNES, R.V.; MARCATO, S.M.; BERWANGER, E.; BAYERLE, D.F. SCHÖNE, A.; FRANK, R.; SANGALI, C.P. Sunflower meal for broilers: chemical composition and metodologics amendments on determination of energetic values and digestible aminoacids. **Semina: Ciências Agrárias.** v.35, n.6, p.3415-3428, 2014.

OLIVEIRA, R.L.; LEÃO, A.G.; RIBEIRO, O.L.; BORJA, M.S.; PINHEIRO, A.A.; OLIVEIRA, R.L.; SANTANA, M.C.A. Biodiesel industry by-products used for ruminant feed. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.** v.25, n.4, p.625-638, 2012.

OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, M.R.C.; BRITO, A.F.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; SOUZA, S.M.; MACHADO, O.L.T. Nutrient digestibility, nitrogen metabolism and hepatic function of sheep fed diets containing solvent or expeller castor seed meal treated with calcium hydroxide. **Animal Feed Science Technology.** v.158, n.1-2, p.15-28, 2010.

OLIVEIRA, A.S. **Co-produtos da extração de óleo de sementes de mamona e de girassol na alimentação de ruminantes.** Viçosa, MG: UFV, 2008. 166p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2008.

OLIVEIRA, M.D.S.; MOTA, D.A.; BARBOSA, J.C.; STEIN, M.; BORGONOVI, F. Composição bromatológica e digestibilidade ruminal in vitro de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. **Ciência Animal Brasileira**. v.8, n.4, p.629-638, 2007.

OLSNES, S.; KOZLOV, J. Ricin. **Toxicon**. v.39, n.11, p.1723-1728, 2001.

OSAWA, W.O.; SAHOO, P.K.; ONYARI, J.M.; MULAA, F.J. Experimental Investigation on Performance, Emission and Combustion Characteristics of *Croton Megalocarpus* Biodiesel Blends In a Direct Injection Diesel Engine. **International Journal of Science and Technology**. v.4, n.1, p.26-33, 2015.

PAIM, T.P.; LOUVANDINI, H.; McMANUS, C.M.; ABDALLA, A.L. Uso de coprodutos do algodão na nutrição de ruminantes. **Ciências Veterinária nos Trópicos.** v.13, n.1-3, p.24-37, 2010.

PAVAN, E.; SANTINI, F.J. Use of sunflower meal or fish meal as protein supplement for high quality fresh forage diets: ruminal fermentation, microbial protein synthesis and sites of digestion. **Animal Feed Science and Technology.** v.101, n.1-4, p.61-72, 2002.

PARENTE, E.J.S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Tecbio, 2003.

PEDROSA, M.M.; MUZQUIZ, M.; GARCÍA-VALLEJO, C.; BURBANO, C.; CUADRADO, C.; AYET, G.; ROBREDO, L.M. Determination of caffeic and chlorogenic acids and their derivatives in different sunflower seeds. **Journal of the Science of Food and Agriculture.** v.80, n.4, p.459-464, 2000.

PEREIRA, E.M.O.; EZEQUIEL, J.M.; BIAGIOLI, B.; FEITOSA, J. Determinação *in vitro* do potencial de produção de metano e dióxido de carbono de líquido ruminal proveniente de bovinos de diferentes categorias. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal.** v.14, n.4, p.120-127, 2006.

PERES, J.R.R.; JUNIOR, E.F. Insumos oleaginosos para o biodiesel: um diferencial entre a soja e o girassol. In: SEMINÁRIO PARANAENSE DE BIODIESEL, 1., 2003, Londrina. **Anais eletrônicos...** Disponível em: < http:// www.tecpar.br/cerbio/Seminariopalestras . htm> Acesso em: 16 de janeiro de 2015.

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CAMPOS, J.M.S.; DETMANN, E.; MARCONDES, M.I.; OLIVEIRA, A.S.; TEIXEIRA, R.M.A. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.4, p.1543-1551, 2006.

PINTO, J.H.E.; FONTANA, A. Canola e girassol na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1, CAMPINAS, 2001. **Anais ...** Campinas, SP: CBNA, 2001. p.109-198.

PIOVEZAN, M.; COSTA, A.C.O.; JAGER, A.V.; OLIVEIRA, M.A.L.; MICKE, G.A. Development of a fast capillary electrophoresis method to determine inorganic cations in biodiesel samples. **Analytica Chimica Acta.** v.673, n.2, p.200-205, 2010.

PIRES, M. M.; ALVES, J.M.; ALMEIDA NETO, J.A.; ALMEIDA, C.M.; SOUSA, G.S.; CRUZ, R.S.; MONTEIRO, R.; LOPES, B.S.; ROBRA, S. Biodiesel de mamona: Uma avaliação econômica. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 1, 2004, Campina Grande, **Anais...** Campina Grande PB, 2004. 4p.

POMPEU, R.C.F.F.; CANDIDO, M.J.D.; PEREIRA, E.S.; BOMFIM, M.A.D.; CARNEIRO, M.S.S.; ROGERIO, M.C.P.; SOMBRA, W.A.; LOPES, M.N. Performance and carcass traits of sheep in feedlot and fed diets containing detoxified castor cake replacing soybean meal. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.41, n.3, p.726-733, 2012.

PORTO, W.S.; CARVALHO, C.G.P.; PINTO, R.J.B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.42, n.4, p.491-499, 2007.

QUINTELLA, C.M.; TEIXEIRA, L.S.G.; KORN, M.G.A.; COSTA NETO, P.R.; TORRES, E.A.; CASTRO, M.P.; JESUS, C.A.C. Biodiesel chain from the lab bench to the industry: Na overview with technology assesment, R&D&I opportunities na tasks. **Química Nova.** v.32, n.3, p.793-808, 2009.

REEFAT, A.A.; ATTIA, N.K.; SIBAK, H.A.; EL SHELTAWY, S.T.; ELDIWANI, G.I. Production optimization and quality assessment of biodiesel from waste vegetable oil. **International Journal Environmental Science and Technology**. v.5, n.1, p.75-82, 2008.

RIBEIRO, G.M.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M.; HENRIQUE, W.; SUGOHARA, A.; AMORIM, A.C. Efeito da fonte protéica e do processamento físico do concentrado sobre a terminação de bovinos jovens confinados e o impacto ambiental dos dejetos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.6, p.2082-2091, 2007.

RIBEIRO, L.S.O. **Torta de algodão e de mamona na ensilagem de capim-elefante,** Itapetinga: UESB, 2010. 86p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2010.

RODRÍGUEZ, C.A.; GONZÁLEZ, J.; ALVIR, M.R. Effects of feed intake on in situ rumen microbial contamination and degradation of feeds. **Livestock Science**, v.116, n.1-3, p.108-117, 2008.

ROGÉRIO, M.C.P.; BORGES, L.; SANTIAGO. G.S.; TEIXEIRA, D.A.B. Uso do caroço de algodão na alimentação de ruminantes. **Arquivo de Ciência Veterinária e Zoologia UNIPAR**. v.6, n.1, p.85-90, 2003.

ROSA, P.M.; ANTONIASSI, R.; GONÇALVES, E.B.; BIZZO, H.R.; SILVA, A.J.R. Extração de ácido clorogênico de farelo de girassol desengordurado. **Ciência Rural.** v.41, n.4, p.719-724, 2011.

ROSA, P.M.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S.C.; BIZZO, H.R.; ZANOTTO, D.L.; OLIVEIRA, M.F.; CASTIGLIONI, V.B.R. Chemical composition of brazilian sunflower varieties. **Helia.** v.32, n.50, p.145-156, 2009.

SAAD, E.B.; DOMINGOS, A.K.; CÉSAR-OLIVEIRA, M.A.F.; WILHELM, H.M.; RAMOS, L.P. Variação da qualidade do biodiesel em função da matéria-prima de origem vegetal. In: CÂMARA, G.M.S. & HEIFFIG, L.S. (coord.): **Agronegócio de Plantas Oleaginosas: matérias-Primas para Biodiesel.** Piracicaba: ESALQ. p. 193-225. 2006.

SÁNCHEZ-ARREOLA, E.; MARTIN-TORRES, G.; LOZADA-RAMÍREZ, J.D.; HERNÁNDEZ, L.R.; BANDALA-GONZÁLEZ, E.R.; BACH, H. Biodiesel production and de-oiled seed cake nutritional values of a Mexican edible *Jatropha curcas*. **Renewable Energy.** v.76, p.143-147, 2015.

SANTOS, J.F.; GRANGEIRO, J.I.T. Desempenho de cultivares de girassol na microrregião de Campina Grande, PB. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**. v.7, n.2, p.41-47, 2013.

SANTOS, I.C.S.; WANDERLEY JÚNIOR, J.S.A.; SANTOS, F.N.; SILVA, J.S.A.W; GONZAGA, L.A. Beneficiamento de algodão orgânico no agreste paraibano. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 7., 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 50-55.

SANTOS, J.E.P.; VILLASEÑOR, M.; ROBINSON, P.H.; DEPETERS, E.J.; HOLMBERG, C.A. Type of cottonseed and level of gossypol in diets of lactating dairy cows: Plasma gossypol, health, and reproductive performance. **Journal Dairy Science**. v.86, n.3, p.892-905, 2003.

SANTOS, R.L. Efeitos do gossipol sobre a reprodução. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG,** n.21, p.73-82, 1997.

SANTOS JÚNIOR, J.A.; GHEYI, H.R.; GUEDES FILHO, D.H.; DIAS, N.S.; SOARES, F. A. L. Cultivo de girassol em Sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica,** v.42, p.842-849, 2011.

SCHUCHARDT, U.; SERCHELI, R.; VARGAS R.M. Transesterification of vegetable oils: a review. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.9, p.199-210, 1998.

SEVERINO, L.S.; MORAES, C.R.A.; GONDIM, T.M.S.; CARDOSO, G.D.; SANTOS, J.W. **Fatores de conversão do peso de cachos e frutos para peso de sementes de mamona.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 15p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 56).

SEVERINO, L.S. **O que sabemos sobre a torta de mamona.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 31p. (Documentos, 134).

SILVA, D.C.; ALVES, A.A.; VASCONCELOS, V.R.; NASCIMENTO, H.T.S.; MOREIRA FILHO, M.A.; OLIVEIRA, M.E. Metabolismo dos compostos nitrogenados em ovinos alimentados com dietas contendo farelo de mamona destoxificado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v.32, n.2, p.219-224, 2010.

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.

SILVEIRA, T.C.; PEGORARO, R.F.; PORTUGAL, A.F.; RESENDE, A.V. Produção da mamoneira submetida a combinações com fontes de fósforo e calagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.19, n.1, p.52-57, 2015.

SHARMA, K.; DUTTA, N.; PATTANAIK, A.K.; HASSAN,Q.Z. Replacement value of undecorticated sunflower meal as a supplement for milk production by crossbred cows and buffaloes in the Northern Plains of India. **Tropical Animal Health and Production**. v.35, n.2, p.131-145, 2003.

SMIDERLE, O.J.; MOURÃO JÚNIOR, M.; GIANLUPPI, D. Avaliação de cultivares de girassol em savana de Roraima. **Acta Amazonica**. v.35, n.3, p.331-336, 2005.

SOUSA, C.C. **Avaliação econômica parcial de dietas com farelo e torta de girassol, na alimentação de vacas leiteiras,** Jaboticabal: UNESP, 2008. 40p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, 2008.

SÜDEKUM, K.H. **Co-products from biodiesel production.** in: P.C. Garnsworthy, J. Wiseman (Eds.) **Recent Advances in Animal Nutrition**. Nottingham University Press, Nottingham, UK. 2007, pag. 201-219.

TALIPOV, S.A.; MAMADRAKHIMOV, A.A.; TILJAKOV, Z.G.; DOWD, M.K.; IBRAGIMOV, B.T.; XONKELDIEVA, M.T. The Crystal and Molecular Structure of Dianhydrogossypol. **Journal of the American Oil Chemistry Society**. v.86, n.3, p.207-213, 2009.

TAVERNARI, F.C.; MORATA, R.L.; RIBEIRO JÚNIOR, V.; ALBINO, L.F.T.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; ROSTAGNO, H.S. Avaliação nutricional e energética do farelo de girassol para aves. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** v.62, n.1, p.172-177, 2010.

TAVERNARI, F.C.; ALBINO, L.F.T.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; LELIS, G.R.; NERY, L.R.; MAIA, R.C. Farelo de girassol: composição e utilização na alimentação de frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime.** v.5, n.5, p.638-647, 2008.

TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P.V. **Plantas Tóxicas do Brasil**. Rio de janeiro: *Helianthus*, 2000. 320p.

TOLMASQUIM, M.T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. **Matriz energética brasileira: uma prospectiva.** CEBRAP, n. 79, São Paulo, 2007.

TOMICH, T.R.; RODRIGUES, J.A.S.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, R.G.P.; CARVALHO, A.U. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.5, n.6, p.756-762, 2003.

UNITED STATES DEPARTAMENT OF AGRICULTURA – USDA – 2012. Disponível em: http://www.ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/sunflowerseed.aspx. Acesso em: 17 de janeiro de 2015.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-corte.** 1a . ed., Editora Suprema, Viçosa: UFV, DZO, 2006. 142p.

VALLE, S.V.; MARQUES, J.A.; CORTINA, T.S.; SILVA JÚNIOR, V.L.; SANTOS, L.M.; MATOS, L.H.A.; FERNANDES, G.R.; MACHADO, W.M. Características de

carcaça de novilhas suplementadas com farelo de mamona em pastagem no recôncavo da Bahia. **Revista Cientifica de Produção Animal**. v.14, n.2, p.207-210, 2012.

VAN CLEEF, E.H.C.B.; EZEQUIEL, J.M.B.; FONTES, N.A.; FATURI, C.; OLIVEIRA, P.N.; STIAQUI, M.G. Consumo e digestibilidade de dietas contendo fontes energéticas associadas ao farelo de girassol ou ureia em novilhos confinados. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v.33, n.2, p.163-168, 2011.

VELLANI, C.L.; FAVA, T.B.; ALBUQUERQUE, A.A. Gestão estratégica de custos no agronegócio: uma análise econômico-financeira para o caroço de algodão. **FACEF Pesquisa.** v.13, n.1, p.5-20, 2010.

VIANA, P.T.; TEIXEIRA, F.A.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; FIGUEIREDO, M.P.; SANTANA JÚNIOR, H.A. Losses and nutritional value of elephant grass silage with inclusion levels of cottonseed meal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v.35, n.2, p.139-144, 2013.

VILAR, W.T.S.; ARANHA, R.M.; MEDEIROS, E.P.; PONTES, M.J.C. Classification of Individual Castor Seeds Using Digital Imaging and Multivariate Analysis. **Journal off the Brazilian Chemical Society**. v.26, n.1, p.102-109, 2015.

VILLASEÑOR, M.; COSCIONI, A.C.; GALVÃO, K.N.; CHEBEL, R.C.; SANTOS, J.E.P. Gossypol disrupts embryo development in heifers. **Journal of Dairy Science.** v.91, n.8, p.3015-3024, 2008.

WORLD BANK. **Irrigation and dreanage research**. v.1, 21p., 1990.

YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C. Deriva simulada de glyphosate em algodoeiro: efeito de dose, cultivar e estádio de desenvolvimento. **Planta Daninha.** v.24, n.4, p.821-826, 2006.

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, n.9, p.3003-3012, 2009.

II – OBJETIVO GERAL

Objetivou-se avaliar a utilização do farelo de girassol, torta de mamona e torta de algodão em dietas para novilhas e vacas lactantes.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o comportamento animal de novilhas alimentadas com dietas contendo farelo de girassol, torta de mamona e torta de algodão.

Determinar o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, a produção e composição do leite, o custo e o comportamento ingestivo de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo farelo de girassol, torta de mamona e torta de algodão.

III – CAPÍTULO I

COPRODUTOS DO BIODIESEL EM DIETAS PARA NOVILHAS

Resumo – O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão de coprodutos do biodiesel sobre o consumo, a digestibilidade aparente das dietas e o comportamento ingestivo em novilhas leiteiras. Foram utilizadas 16 novilhas leiteiras mestiças Holandês × Zebu confinadas em baias individuais, com média de 15 meses de idade e peso corporal inicial de 295±73,7 kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro diferentes dietas (60:40, volumoso:concentrado), cana de açúcar corrigida com 1% ureia como volumoso e diferentes concentrados: controle (concentrado padrão a base de milho e farelo de soja); inclusão de 20% de torta de algodão na dieta total; inclusão de 20% de farelo de girassol na dieta total; inclusão de 20% de torta de mamona na dieta total, cada um com quatro repetições. O consumo de matéria seca e o comportamento ingestivo de novilhas não são alterados quando ofertado dietas contendo coprodutos do biodiesel em substituição ao concentrado padrão, porém, o consumo de extrato etéreo aumentou quando inclui torta de algodão. Não ocorreu alteração na digestibilidade de dietas oferecidas a novilhas contendo coprodutos do biodiesel em substituição ao concentrado padrão. Baseado nos parâmetros nutricionais é recomendado à inclusão de 20% de coprodutos do biodiesel, torta de algodão, farelo de girassol ou torta de mamona, na dieta total de novilhas leiteiras, pois não altera o consumo, a digestibilidade e o comportamento ingestivo.

Palavras-chave: consumo, comportamento animal, digestibilidade, farelo de girassol, torta de algodão, torta de mamona.

IV - CHAPTER I

BYPRODUCTS OF BIODIESEL IN DIETS FOR HEIFERS

Abstract - The work was to evaluate the effects of the inclusion of byproducts of biodiesel on consumption, the apparent digestibility of diets and feeding behavior in dairy heifers. They used 16 dairy heifers crossbred Holstein-Zebu confined in individual stalls, averaging 15 months of age and initial body weight of 295 ± 73,7 kg, distributed in a completely randomized design with four different diets (60:40 forage: concentrate), sugar cane supplemented with 1% urea as bulky and different concentrates: control (standard concentrate from corn and soybean meal); inclusion of 20% cotton cake in the total diet; Inclusion of 20% of sunflower meal in the overall diet; including 20% of castor cake in the total diet, each with four replications. The dry matter intake and feeding behavior of heifers are not changed when offered diets containing biodiesel co-products to replace standard concentrate, however, the consumption of ether extract increased when includes cotton cake. There was no change in the digestibility of diets offered to heifers containing biodiesel byproducts to replace standard concentrate. Based on nutritional parameters is recommended the inclusion of 20% of biodiesel byproducts, cottonseed meal, sunflower meal or castor cake in the total diet of dairy, it does not alter the intake, digestibility and feeding behavior.

Keywords: intake, animal behavior, digestibility, sunflower meal, cottonseed meal, castor cake.

Introdução

Tanto nos sistemas de produção de leite a pasto como em confinamento, as novilhas desempenham papel fundamental na continuidade do processo produtivo. É a partir delas, produzidas na própria fazenda ou adquiridas de outros rebanhos, que ocorre, na maioria das vezes, o melhoramento dos plantéis.

A causa mais comum da elevada idade ao primeiro parto em sistemas de produção de gado de leite é a nutrição inadequada das novilhas (Funston et al., 2012; Maciel et al., 2012), isto se da porque o plano nutricional adotado nesses sistemas geralmente não permite que as novilhas atinjam peso adequado à puberdade e concepção precoce, provocando efeitos negativos em sua vida produtiva. Como consequência, a elevada idade ao primeiro parto resulta em aumento no custo de criação de fêmeas leiteiras, o que tem sido apontado como a segunda maior fonte de despesas no sistema de produção de leite (Mendes Neto et al., 2007). Estimativas indicam que, de 15 a 20 % do custo total da produção de leite são decorrentes de despesas com a criação de novilhas para reposição do rebanho e que aproximadamente 50% desse custo de produção resulta da alimentação dos animais (Costa et al., 2007).

Sendo assim, torna-se necessário buscar alternativas para aumentar o número de novilhas púberes de maneira mais rápida, obtendo assim maior chance de permanecer no rebanho e consequentemente melhor retorno econômico, porém, sempre atento a critérios importantes e peculiares de cada propriedade, como, por exemplo, status nutricional dos animais. Um meio de reduzir os custos com a criação das novilhas é a aceleração do crescimento, propiciando a diminuição da idade ao primeiro parto e elevando a vida útil do animal (Santana Júnior et al., 2013).

A busca por fontes alternativas de menores custos para manter o desempenho satisfatório em novilhas é uma opção para a nutrição adequada desses animais (Carvalho et al., 2010) e a utilização de coprodutos agroindustriais é uma alternativa para viabilizar um plano nutricional que melhore os índices produtivos das novilhas e contribua para a redução dos custos com alimentação (Maciel et al., 2012).

Entre os alimentos concentrados mais utilizados na alimentação animal, tanto de ruminantes como de monogástricos, destacam-se o milho e o farelo de soja, pois ambos formam uma excelente combinação de energia (milho) e proteína (farelo de soja) de alto

valor biológico. Contudo, o elevado custo destes alimentos constitui fator limitante à sua utilização (Carvalho et al., 2008).

Com a introdução de óleo vegetal na cadeia de produção de biocombustível no Brasil, é esperado o aumento da demanda por plantas oleaginosas e da oferta de tortas vegetais (Abdalla et al., 2008). Assim, o uso das tortas oriundas da produção de biodiesel na alimentação animal deve receber atenção, visto que algumas delas apresentam significativas concentrações de proteína, que é um nutriente de alto custo unitário e de muita importância para manutenção e desempenho produtivo dos animais. Tais tortas também possuem um alto teor de extrato etéreo que, ao substituírem alimentos tradicionais como o farelo de soja, podem interferir no comportamento ingestivo dos ruminantes que as consumirem (Correia et al., 2012).

Tendo em vista a possibilidade de oferta de diferentes tipos de coprodutos do biodiesel pela indústria, torna-se necessário a realização de pesquisas para que se utilizem estes coprodutos na alimentação animal. Nesse sentido, o presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de avaliar a inclusão de torta de algodão, farelo de girassol e torta de mamona sobre o consumo, a digestibilidade aparente e o comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodisel.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Paulistinha, no município de Macarani – BA e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA. Foram utilizadas 16 novilhas mestiças Holandês-Zebu (¾ Gir x Holandês), com peso corporal médio inicial de 295±73,7 kg, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de cocho individual de concreto para alimentação e bebedouro automático, comum a duas baias e alimentados com dietas contendo 60% de cana de açúcar e 40% de concentrado (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes da dieta (% na MS)

Item	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona
Cana de açúcar	60,0	60,0	60,0	60,0
Milho moído	23,0	13,4	14,2	16,1
Farelo de soja	14,0	4,0	3,0	1,0
Torta de algodão	-	20,0	-	-
Farelo de girassol	-	-	20,0	-
Torta de mamona	-	-	-	20,0
Suplemento mineral[1]	3,0	2,6	2,8	2,9
	100,00	100,00	100,00	100,00

Concentrado padrão a base de milho e farelo de soja; Torta de algodão: inclusão de 50% no concentrado (20% na dieta); Farelo de girassol: inclusão de 50% no concentrado (20% na dieta); Torta de mamona: inclusão de 50% no concentrado (20% na dieta); 1- Quantidade/kg do produto: Cálcio - 170 g, Fósforo - 76 g, Enxofre - 20 g, Magnésio - 25 g, Cobre - 850 mg, Cobalto - 60 mg, Ferro - 1000 mg, Iodo - 65 mg, Manganês – 2000 mg, Selênio - 20 mg, Zinco - 6000 mg, Flúor (máx.) - 760 mg, Vitamina E - 500 U.I. Cromo - 10 mg, Potássio - 20 g.

Os tratamentos utilizados foram:

Controle: concentrado padrão a base de milho e farelo de soja

Torta de algodão: inclusão de 20% na dieta total;

Farelo de girassol: inclusão de 20% na dieta total;

Torta de mamona: inclusão de 20% na dieta total;

A torta de mamona foi destoxificada, utilizando solução de Ca $(OH)_2$ (1 kg para 10 litros de água), na quantidade de 60 g de $Ca(OH)_2$ kg^{-1} de farelo, na base da matéria natural, conforme recomendado por Oliveira (2008).

A presença de ricina na amostra tratada e *in natura* foi conferida pela técnica de eletroforese capilar com dodecilsulfato de sódio em gel de poliacrilamida (*sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis* SDS-PAGE), no sistema Hoefer de minigéis. Com o teste de eletroforese foi possível obrservar que o teor de ricina, na amostra detoxificada pelo processo proposto nesse trabalho, foi reduzido com o tratamento (Figura 1).

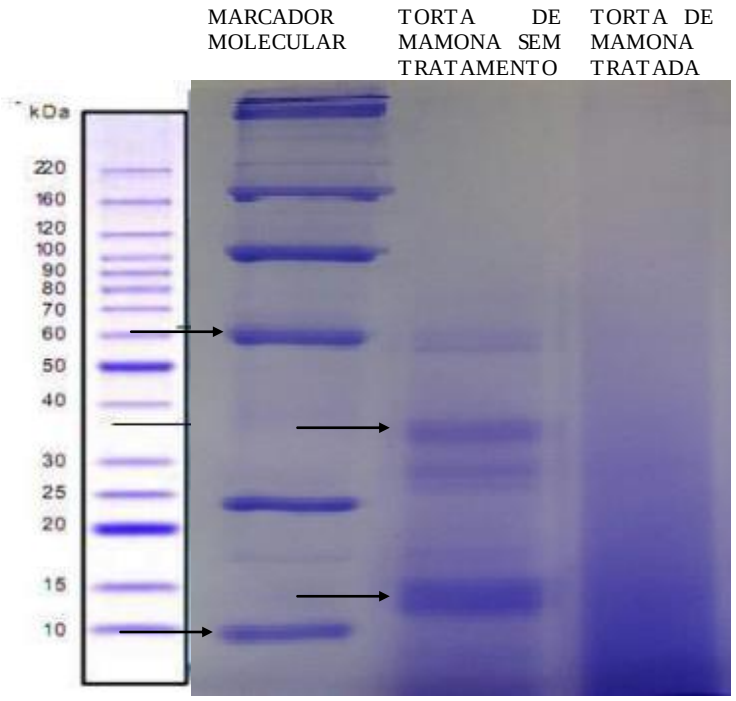

Figura 1. Eletroforese em gel de poliacrilamida de torta de mamona tratada ou não com $Ca(OH)_2$

A cana de açúcar, cortada diariamente, foi corrigida com 1% da mistura ureia: sulfato de amônio (9:1) na base da matéria natural, sendo as dietas calculadas para conterem nutrientes suficientes para ganho de peso de 600 $g.dia^{-1}$ (NRC, 2001). Nesse procedimento, a ureia foi previamente pesada de acordo com a quantidade de cana estimada para o consumo dos animais, diluída em água (mantendo sempre a relação de 1 kg de ureia/4 litros de água) e aplicada à cana de açúcar com o auxílio de um regador.

O experimento teve duração de 19 dias, sendo 14 dias destinados à adaptação dos animais e 5 dias para coleta de dados.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, duas vezes ao dia, às 6h30 e às 14h30, e ajustados de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Durante todo o experimento os alimentos oferecidos foram registrados diariamente.

Os animais foram pesados no início e no final do experimento, para estimar o consumo de nutrientes em percentagem do peso corporal.

Durante o período de coleta, 15º ao 19º dia, amostras dos volumosos, concentrado e as sobras de cada animal foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer -20ºC. Após o descongelamento, as amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 60°C e moídas em moinho de faca (peneira com crivos de 1 mm) para posteriores análises laboratoriais.

As análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas seguindo os procedimentos descritos em Silva e Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) foi realizado segundo recomendações Licitra et al. (1996) e Mertens (2002).

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 cinzas 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 (1999), 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 totais foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001). Para o cálculo do NDTest da cana de açúcar foi utilizada a equação: NDTest = 0,98 [100 - (%FDNp + %PB + %EE + %cinza)] x PF + PB x exp [-1,2 x (PIDA/PB)] + 2,25 x (EE - 1) + 0,75 x (FDNp - Lignina) x [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)] x PF + PB x exp [-0,4 x (PIDA/PB)] + 2,25 x (EE - 1) + 0,75 x (FDNp - lignina) x [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.

A composição bromatológica da cana de açúcar, milho, farelo de soja, torta de algodão, farelo de girassol e torta de mamona podem ser verificados na tabela 2, enquanto que a composição das dietas pode ser verificada na tabela 3.

Tabela 2. Teor médio da matéria seca e composição químico-bromatológica dos nutrientes da cana de açúcar, milho, farelo de soja, torta de algodão, farelo de girassol e torta de mamona

Item	Cana de açúcar +1% ureia	Milho moído	Farelo de soja	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona
MS	23,2	87,5	88,5	91,5	89,5	87,0
PB[1]	9,9	6,8	45,3	35,0	32,9	34,5
EE[1]	0,9	5,4	1,9	15,5	1,5	6,8
FDNcp[1]	51,9	16,0	9,8	43,0	44,7	41,1
FDNi[1]	25,8	3,1	2,1	29,5	25,1	37,0
FDA[1]	35,1	2,6	7,3	38,2	33,3	40,4
CT[1]	86,6	86,3	47,1	57,7	66,4	50,7
CNFcp[1]	34,6	70,2	46,5	15,1	22,1	11,0
Lignina[1]	17,6	1,2	0,8	9,8	9,4	28,0
Cinza[1]	2,6	1,5	5,8	4,0	5,6	11,5
NDT[1,2]	48,0	87,5	80,3	73,7	54,9	37,8

1/ Valores em percentagem da MS. 2/ Estimado segundo NRC (2001). MS – Matéria Seca; PB – Proteina Bruta; EE – Extrato Etéreo; FDNcp – Fibra em Detergente Neutro Corrigida Para Cinza e Proteina; FDNi – Fibra em Detergente Neutro Indigestivel; FDA - Fibra em Detergente Ácido; CT – Carboidratos Totais; CNFcp – Carboidratos Não Fibrosos Corrigido para Cinza e Proteina; NDT – Nutrientes Digestiveis Totais.

Tabela 3. Teores médios da matéria seca e composição químico-bromatológica dos nutrientes das dietas

Item	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona
MS	51,9	50,2	49,9	49,3
PB[1]	13,5	13,3	13,5	13,3
EE[1]	3,3	3,8	2,8	2,7
FDNcp[1]	39,4	45,5	40,7	40,1
FDNi[1]	17,0	21,8	26,7	24,9
FDA[1]	23,1	34,3	27,7	30,1
CT[1]	78,2	77,5	77,8	76,6
CNFcp[1]	38,9	31,9	37,1	36,5
Lignina[1]	10,7	14,4	12,3	17,0
Cinza[1]	4,9	5,5	5,9	7,4
NDT[1,2]	62,1	49,6	54,1	56,2

1/ Valores em percentagem da MS. 2/ Estimado segundo NRC (2001). MS – Matéria Seca; PB – Proteina Bruta; EE – Extrato Etéreo; FDNcp – Fibra em Detergente Neutro Corrigida Para Cinza e Proteina; FDNi – Fibra em Detergente Neutro Indigestivel; FDA - Fibra em Detergente Ácido; CT – Carboidratos Totais; CNFcp – Carboidratos Não Fibrosos Corrigido para Cinza e Proteina; NDT – Nutrientes Digestiveis Totais.

Foi obtido o consumo de MS, PB, EE, FDNcp, FDNi, CT, CNFcp e NDT em kg dia^{-1} de MS, FDNcp e NDT (em %PC).

Para estimar a digestibilidade aparente dos nutrientes, foi efetuada coleta de fezes dos animais durante dois dias alternados, em horários diferentes (às 12h e às 17h) entre o 18° e 19° dia do experimento. As amostras de fezes foram pré-secadas, moídas em moinho de faca com peneira de malha de 1,0 mm, compostas por animal e posteriormente armazenadas para as análises. Para a estimativa da excreção fecal, foi utilizado a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno (Detmann et al., 2001; Detmann et al., 2007). Amostras dos alimentos fornecidos (cana, concentrados), sobras e fezes foram incubadas por 288 horas (Detmann et al., 2012) em duplicata (20 mg MS cm^{-2}) em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g m^{-2}) no rúmen de um novilho mestiço Holandês-zebu recebendo dieta mista. Após este período o material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro (Mertens, 2002) para quantificação dos teores de FDNi. Os valores de excreção fecal foram obtidos por intermédio da relação entre consumo e concentração fecal de FDNi.

O comportamento ingestivo dos animais foi determinado nos dois últimos dias do período experimental pela quantificação dos intervalos de tempo de cinco em cinco minutos, durante 48 horas (Fischer, 1996).

No registro do tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio, adotou-se a observação visual dos animais a cada 5 minutos, feita por quatro observadores treinados, em sistema de revezamento, posicionados estrategicamente de forma a não incomodar os animais, o que totalizou 576 observações por período. No mesmo dia, foi realizada a contagem do número de mastigações merícicas (n°.bolo^{-1}) e do tempo despendido para ruminação de cada bolo (seg.bolo^{-1}) utilizando-se um cronômetro digital. Para a obtenção das médias das mastigações e do tempo, foram feitas as observações de três bolos ruminais em três períodos diferentes do dia (10-12, 14-16 e 18-20 horas). Foram computados o tempo e o número de mastigações para cada bolo ruminal por animal.

As variáveis g de MS e FDN bolo^{-1} foram obtidas dividindo-se o consumo médio individual de cada fração pelo número de bolos ruminados por dia (em 24 horas). Para obtenção do número de bolos diários, procedeu-se à divisão do tempo total de ruminação pelo tempo médio gasto na ruminação de cada bolo, descrito anteriormente. A eficiência de alimentação e ruminação, expressa em kg MS hora^{-1} e kg FDN.hora^{-1}, foi obtida pela divisão do consumo médio diário de MS e FDN pelo tempo total

despendido em alimentação e/ou ruminação em 48 horas, respectivamente. Essas e outras variáveis obtidas nesse experimento, como o número de bolos ruminais por dia, o tempo de mastigação total e o número de mastigações merícicas por dia, foram obtidas conforme metodologia descrita por Bürger et al. (2000) e Polli et al. (1996). Durante a coleta de dados, na observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey adotando-se o nível de significância de 5%, utilizando-se o programa SAEG (Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2000).

Resultados e discussão

A inclusão de coprodutos do biodiesel em substituição ao milho e ao farelo de soja em dietas para novilhas leiteiras não afetou a ingestão de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro indigestível, fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteina, carboidratos não fibrosos corrigido para cinza e proteína e nutrientes digestíveis totais (em kg dia^{-1}). Geralmente, o consumo aumenta de acordo com a elevação do peso corporal, portanto, é mais conveniente expressar o consumo em relação ao peso corporal do animal (Costa, 2011). O mesmo comportamento foi observado para os consumos de matéria seca, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína e nutrientes digestíveis totais descritos em % do peso corporal, como também para o consumo de matéria seca e proteína bruta em peso metabólico ($g/kg^{0,75}$) (Tabela 4).

Como a inclusão da cana de açúcar foi igual em todas as dietas (60% na matéria seca), as diferenças observadas no consumo de extrato etéreo (kg dia^{-1}) (P=0,003) foram ocasionadas pela diferença nas concentrações de extrato etéreo nas dietas estudadas (Tabela 3). O consumo de matéria seca é considerado como um dos principais fatores correlacionados a produção de ruminantes, pois na matéria seca estão localizados os nutrientes necessários para suprir as exigências do organismo animal (Dias et al., 2008).

Teores superiores a 50 g kg^{-1} de extrato etéreo na dieta podem comprometer o consumo de matéria seca, seja por mecanismos regulatórios que controlam a ingestão de alimentos, seja pela capacidade limitada dos ruminantes de oxidar os ácidos graxos (Palmquist & Mattos, 2006). O teor de extrato etéreo das dietas (Tabela 3) foi inferior a 50 g kg^{-1}, portanto, esse nutriente não foi um limitante do consumo desses animais. Para o consumo de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteina não houve diferença (P=0,272) entre as dietas, o que demonstra que o consumo neste trabalho foi regulado pelo efeito físico da fibra, pois a proporção de volumoso utilizado nas dietas fez com que os animais tivessem uma alta ingestão de fibra.

Tabela 4. Consumo de matéria seca e nutrientes de novilhas alimentadas com dietas com coprodutos do biodiesel

Variável	Tratamento				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona		
	Consumo (kg dia^{-1})					
MS	9,29	9,13	9,11	8,52	0,093	0,821
PB	1,21	1,16	1,16	1,05	0,002	0,648
EE	0,32ab	0,34a	0,25bc	0,22c	0,000	0,003
FDNi	5,44	5,87	6,43	5,60	0,047	0,429
FDNcp	3,25	3,83	3,31	3,12	0,016	0,272
CNFcp	3,04	2,88	3,08	2,53	0,012	0,315
NDT	6,04	6,45	5,81	5,37	0,047	0,396
	Consumo (% PC)					
MS	3,0	3,0	2,9	2,7	0,006	0,469
PB	0,4	0,4	0,4	0,3	0,000	0,286
FDNcp	1,1	1,2	1,0	1,0	0,001	0,063
NDT	2,0	2,1	1,8	1,7	0,004	0,246
	Consumo PM (g/kg^{0,75})					
MS	126,6	124,1	122,1	113,6	9,168	0,487
PB	16,5	15,7	15,6	14,0	0,202	0,308

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).
PC – Peso corporal; PM – Peso metabólico; MS – Matéria Seca; PB – Proteína Bruta; EE – Extrato Etéreo; FDNi – Fibra em Detergente Neutro Indigestível; FDNcp – Fibra em Detergente Neutro Corrigida Para Cinza e Proteína; CNFcp – Carboidratos Não Fibrosos Corrigido para Cinza e Proteina; NDT – Nutrientes Digestíveis Totais.

Diferente dos resultados encontrados neste trabalho, Cranston et al. (2006) usando caroço de algodão e seus coprodutos em dietas para bovinos de corte, relataram aumento no consumo de matéria seca. Os autores relatam que esse aumento pode ser efeito do maior teor de fibra e da menor concentração energética dessas dietas.

Com média de 48,7% de fibra em detergente neutro das dietas, e consumo similar (2,9% do peso corporal), os resultados diferem aos encontrados por Detmann et al. (2003), que embasado em dados de bovinos de todas as categorias, relataram redução do consumo de matéria seca em função do aumento do teor de fibra em detergente neutro das dietas, e os mesmos autores verificaram que a média de consumo de matéria seca para bovinos em crescimento é de 2,12% e para animais consumindo cana de açúcar de 2,23%.

O consumo médio de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína foi de 1,1% do peso corporal, sendo que Detmann et al. (2003), baseados em revisão dos dados publicados na Revista Brasileira de Zootecnia de 1991 a 2000, observaram consumo de fibra em detergente neutro na proporção de 1,11%, com variação de 0,03%

a 2,21%, considerando animais de várias categorias e 48,4% de teor médio de fibra em detergente neutro das dietas. Souza et al. (2008), em revisão na literatura nacional sobre a média geral para o consumo de fibra em detergente neutro em relação ao peso corporal, encontraram valor de 1,6% PC.

Segundo Palmquist (1991), o aumento no consumo de extrato etéreo torna a perda endógena de compostos lipídicos menos significativa em relação ao extrato etéreo ingerido, fato que aumenta a digestibilidade aparente.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína, carboidratos não fibrosos, e nutrientes digestíveis totais foram de 70,8%; 78,2%; 85,8%, 54,4%, 83,2% e 65,5% respectivamente (Tabela 5). Em relação à digestibilidade aparente dos nutrientes, deve-se ressaltar que vários fatores podem influenciar este parâmetro, tais como, a composição dos alimentos e das dietas, efeito associativo entre alimentos, forma de arraçoamento, taxas de degradabilidade e passagem, relação proteína:energia e fatores inerentes ao animal (Van Soest, 1994; Ørskov, 2000).

Tabela 5. Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes em novilhas alimentadas com dietas com coprodutos do biodiesel

Variável	Tratamento				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona		
MS	72,5	71,4	68,6	70,6	1,857	0,776
PB	74,7	76,6	79,2	82,2	0,929	0,081
EE	82,7	87,2	84,3	89,1	0,849	0,382
FDNcp	56,9	59,4	47,8	53,3	4,649	0,304
CNFcp	83,6	85,5	83,9	79,6	1,214	0,323
NDT	67,0	63,4	64,4	67,0	2,057	0,755

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).
MS – Matéria Seca; PB – Proteína Bruta; EE – Extrato Etéreo; FDNcp – Fibra em Detergente Neutro Corrigida para Cinza e Proteina; CNFcp – Carboidratos Não Fibrosos corrigido para Cinza e Proteína; NDT – Nutrientes Digestíveis Totais.

Estes resultados contradizem aos obtidos por Diniz et al. (2011), que, ao estudarem a substituição do farelo de soja por torta de mamona tratada com 60g de óxido de cálcio em dietas para bovinos, encontraram valores médios de 70,9 e 62,1 para a digestibilidade da matéria seca e proteína bruta, respectivamente. Goularte et al. (2011), analisando os efeitos de diferentes relações volumoso:concentrado sobre a digestibilidade aparente, encontraram valores de digestibilidade aparente de 64,6; 65,9;

78,1 e 68,1 para a matéria seca, proteína bruta, extrato estéreo e carboidratos não fibrosos respectivamente, para uma relação volumoso:concentrado de 60:40.

Van Cleef et al. (2011) avaliando a digestibilidade de dietas contendo fontes energéticas associadas ao farelo de girassol ou ureia em novilhos confinados encontraram média para digestibilidade total da matéria seca superior ao relatado nesse trabalho (76,97%), já Mendes et al. (2005) obtiveram média de 64,3% de digestibilidade da matéria seca utilizando coprodutos do milho e da soja e girassol para bovinos em confinamento. Van Cleef et al. (2011) afirmam ainda, que o farelo de girassol mostra-se como uma boa fonte nitrogenada em dietas para bovinos devido seu elevado valor de proteína bruta.

Moreno et al. (2010) também não observaram diferença (P>0,05) sobre o coeficiente de digestibilidade da PB com valor médio igual ao encontrado neste trabalho (78,2%). Este valor observado para o coeficiente de digestibilidade da PB pode ter sido influenciado pelo teor de proteína bruta da dieta. Valor de digestibilidade inferior ao encontrado nesta pesquisa, de 78,2%, foi reportado por Marcondes et al. (2009), que estudaram a digestibilidade e degradabilidade ruminal da proteína bruta de diferentes ingredientes em fêmeas da raça Nelore fistuladas no rúmen e verificaram digestibilidade de 45,5% para o farelo de girassol. Os valores aqui estimados indicam que os coprodutos estudados apresentam elevado potencial de digestibilidade total, tanto quanto o milho e o farelo de soja.

A inclusão de coprodutos do biodiesel em dietas para novilhas não provocaram alterações no comportamento ingestivo (Tabela 6), ou seja, o consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína, em kg dia^{-1}, os tempos despendidos nas atividades de alimentação, ruminação e ócio, expressas em h dia^{-1}, foram semelhantes em todas as dietas, o que demonstra que o consumo neste experimento foi regulado pelo efeito físico da fibra, pois a proporção de volumoso utilizado nas dietas fez com que os animais tivessem uma alta ingestão de fibra. Variáveis relacionadas à mastigação, número de bolos por dia (Bolos (n dia^{-1})), número de mastigações por dia (n dia^{-1}), tempo despendido em mastigações (h dia^{-1}), número de mastigações merícicas (n° bolo^{-1}) e tempo despendido para ruminação de cada bolo (seg bolo^{-1}) também não sofreram influência quando fornecido as novilhas dietas contendo coprodutos do biodiesel (Tabela 6) e pode estar relacionada com a proximidade entre a composição química das dietas (Tabela 3), principalmente pela possível semelhanças ente o tamanho de partículas dos alimentos, já que o processamento adotado foi o

mesmo nas diferentes dietas experimentais. Os resultados encontrados de tempo médio diário de alimentação, ruminação e ócio foram de 5,5; 8,4 e 10,0 h dia^{-1}, respectivamente. Outro fator que pode explicar a ausência de efeito na maioria das atividades avaliadas é a proximidade dos teores de fibra em detergente neutro obtidos nas dietas experimentais (Tabela 3), já que alterações significativas podem ser observadas para dietas com diferentes níveis de fibra em detergente neutro (Mertens, 1997; Cardoso et al., 2006; Carvalho et al., 2006; Carvalho, 2008).

Tabela 6. Comportamento ingestivo de novilhas alimentadas com dietas com coprodutos do biodiesel

Variável	Tratamento				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona		
	Consumo em 24 horas (kg dia^{-1})					
MS	8,66	8,39	8,34	7,68	0,093	0,821
FDNcp	3,72	4,26	3,84	3,64	0,020	0,444
	(h dia^{-1})					
Alimentação	5,7	5,8	5,0	5,7	0,016	3,697
Ruminação	8,4	8,4	8,6	8,4	0,050	0,066
Ócio	9,9	9,8	10,6	9,9	0,052	0,686
	Mastigação					
Bolos (n.dia^{-1})	563,8	506,6	540,6	495,7	374,310	0,653
n dia^{-1}	30544	33810	34079	29810	798,287	0,992
h dia^{-1}	14,0	14,2	13,4	14,1	0,052	0,686
n bolo^{-1}	54,8	66,8	63,8	60,3	3,631	1,838
seg bolo^{-1}	53,8	59,6	58,7	61,0	4,072	0,600

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).
MS – Matéria Seca; FDNcp – Fibra em Detergente Neutro Corrigida para Cinza e Proteína; Bolos (n.dia^{-1}) – Número de bolos mastigados por dia; n dia^{-1} – número de mastigações por dia; h.dia^{-1} – horas despendida com mastigações por dia; n.bolo^{-1} – número de mastigações por dia; seg.bolo^{-1} – tempo em segundos por bolos mastigados.

Resultados semelhantes foram encontrados por diversos autores que trabalharam com bovinos em regime de confinamento (Mendonça et al., 2004; Oliveira et al., 2007), esses autores encontraram tempos de 276 ± 55,8 min dia^{-1}; 482,4 ± 43,8 min dia^{-1} e 606 ± 126 min dia^{-1} (4,6 ± 0,9 h dia^{-1}; 8,0 ± 0,7 h dia^{-1}; 10,1 ± 2,1 h dia^{-1}), para as atividades de alimentação, ruminação e ócio, respectivamente.

De acordo com Mertens (1997), o incremento da quantidade de fibra das dietas estimula a atividade mastigatória, fato comprovado por Carvalho et al. (2006), que avaliaram o efeito de cinco níveis de fibra em detergente neutro (20, 27, 34, 41 e 48%) e constataram o aumento nos tempos de ingestão e ruminação e diminuição do ócio com a

elevação dos níveis de fibra em detergente neutro na ração. Embora o teor de fibra em detergente neutro das dietas testadas neste experimento tenha variado em até 10%, essa tendência não foi evidenciada.

A inclusão de coprodutos do biodiesel em dietas para novilhas em substituição ao concentrado padrão (milho e farelo de soja) não provocaram alterações na eficiência de alimentação e ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (Tabela 7). A eficiência de alimentação e ruminação apresenta relação direta com o consumo de nutrientes dos animais. Assim, a ausência de efeito significativo para os consumos de matéria seca e fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína contribuiu para a obtenção da falta de relação observada nas eficiências de alimentação e ruminação. As eficiências de alimentação e de ruminação são afetadas primariamente pelo consumo animal (Carvalho et al., 2011), portanto, como não houve diferença no consumo de matéria seca, também não houve alteração na quantidade de matéria seca ruminada por hora. No presente estudo, a similaridade nas eficiências de alimentação e ruminação é, possivelmente, em decorrência da similaridade dos tempos despendidos nestas atividades serem semelhantes (Tabela 7).

Tabela 7. Eficiências de alimentação, ruminação de novilhas alimentadas com dietas com coprodutos do biodiesel

Variável	Tratamento				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona		
	Eficiência de alimentação					
kg MS h^{-1}	1,52	1,46	1,74	1,35	0,075	1,714
kg FDNcp h^{-1}	0,65	0,74	0,80	0,64	0,001	0,222
	Eficiência de ruminação					
kg MS h^{-1}	1,03	1,01	0,98	0,92	0,029	0,460
kg FDNcp h^{-1}	0,44	0,51	0,45	0,44	0,000	0,394

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).
kg MS h^{-1} – Quilo de matéria seca por hora; kg FDNcp h^{-1} – Quilo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína por hora.

Os valores obtidos para o número de períodos em alimentação, ruminação e ócio e no tempo gasto por período em alimentação, ruminação e ócio não indicaram efeito significativo das dietas. (Tabela 8). A ausência de efeito nas atividades e no número de períodos em alimentação, ruminação e ócio pode ser explicada pela semelhança das propriedades físicas e químicas das dietas, com teores de fibra em detergente neutro muito próximos entre as dietas. Acredita-se que o tamanho de partículas dos alimentos é

um dos fatores que exercem efeito sobre o número de períodos de alimentação. Neste estudo, os animais apresentaram períodos de alimentação similares, o que pode ser explicado pelo uso do mesmo volumoso (Tabela 3) e da mesma granulometria nas dietas.

Tabela 8. Número de períodos e do tempo gasto por períodos em alimentação, ruminação e ócio de novilhas alimentadas com dietas com coprodutos do biodiesel

Variável	Tratamento				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona		
	Número de períodos (n° dia^{-1})					
Alimentação	18,5	17,9	15,4	18,5	0,356	1,554
Ruminação	17,4	19,0	18,0	19,0	0,248	0,644
Ócio	29,9	31,0	28,5	28,2	0,538	0,792
	Tempo gasto por período (min)					
Alimentação	18,9	20,1	18,9	18,7	0,764	0,138
Ruminação	29,4	26,6	28,9	26,3	1,065	0,608
Ócio	20,3	19,0	22,4	21,3	0,429	1,212

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

O resultado encontrados é diferente (17,6) ao número de períodos de alimentação relatados por Burger et al. (2000) que, encontraram uma média de 14,8 períodos ao dia. Ausência de efeito para o número de períodos de alimentação e ruminação também foi observado por Carvalho et al. (2008).

É sabido que os animais consomem por pequenos espaços de tempo, cada um destes caracterizando uma refeição, sendo que o número de refeições diárias varia de espécie para espécie e apresenta distribuição irregular ao longo das 24 horas, havendo preferência das espécies domésticas pela alimentação diurna (Teixeira, 1998).

Segundo Van Soest (1994), o tempo gasto pelo animal na atividade de ruminação é influenciado pela natureza da dieta, pela forma física da dieta e pelo teor de FDN. A ausência de efeito significativo nas atividades de ruminação pode ser explicada pelo uso da mesma fonte de fibra fisicamente efetiva (cana de açúcar) nas dietas (Tabela 4) e do mesmo tamanho de partículas, já que os fatores que mais afetam o tempo de ruminação são a fonte de volumoso e a fibra efetiva (Carvalho et al., 2006).

Mendes Neto et al. (2007) afirmaram que a modificação no horário ou na frequência de fornecimento da dieta ao animal pode modificar a distribuição percentual dos horários de alimentação de animais em confinamento. No presente estudo, as dietas foram fornecidas rigorosamente no mesmo horário, todos os dias, dessa forma, não foi

verificada diferença no número de períodos de alimentação, ruminação e ócio (Tabela 8).

Segundo Pinto et al. (2010), a utilização dos tempos de alimentação e ruminação não são bons indicadores do consumo real, uma vez que vários fatores estão relacionados tanto com a alimentação real de matéria seca e fibra quanto com as características do comportamento de alimentação e ruminação, tais como propriedades físicas e químicas da dieta, digestibilidade e degradabilidade da dieta e as características individuais do animal.

Conclusão

Baseado nos parâmetros nutricionais é recomendado à inclusão de 20% de coprodutos do biodiesel, torta de algodão, farelo de girassol ou torta de mamona, na dieta total de novilhas leiteiras, pois não altera o consumo, a digestibilidade e o comportamento ingestivo.

Referências bibliográficas

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

BURGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON P.R.; CASALI, A.D.P. Comportamento ingestivo de bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.1, p.236-242, 2000.

CARDOSO, A.R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B.; PIRES, C.C.; GASPERIN, B.G.; GARCIA, R.P.A.; Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural.** v. 36, n.2, p.604-609, 2006.

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, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R.; SANTANA JÚNIOR, H.A.; PINHEIRO, A.A.; MENDES, F.B.L.; RIBEIRO, L.S.O. Consumo e digestibilidade aparente em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.39, n.12, p.2703-2713, 2010.

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

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SIVA, R.R.; RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T. Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.37, n.4, p.660-665, 2008.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H.; RODRIGUES, C.A.F. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v35, n.2, p.562-568, 2006.

CANTI, M.C.A.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; LIRA, M.A. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (Opuntia ficus-indica Mill) e palma orelha-de-elefante (Opuntia sp.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v.30, n.2, p.173-179, 2008.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F.H.M.; MAGALHÃES, K.A.; MARCONDES, M.I. Casca de algodão

em substituição parcial à silagem de capim-elefante para novilhos. Consumo, degradabilidade e digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.6, p.2093-2102, 2005.

CORDEIRO, C.F.A.; PEREIRA, M.L.A.; MENDONÇA, S.S.; ALMEIDA, P.J.P.; AGUIAR, L.V.; FIGUEIREDO, M.P. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes e produção e composição do leite de vacas alimentadas com teores crescentes de proteína bruta na dieta contendo cana-de-açúcar e concentados. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.6, p.2118-2126, 2007 (suplemento especial).

CORREIA, B.R.; OLIVEIRA, R.L.; JAEGER, S.M.P.L.; BAGALDO, A.R.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVEIRA, G.J.C.; LIMA, F.H.S.; OLIVEIRA, P.A. Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de novilhos alimentados com tortas do biodiesel. **Archivos de Zootecnia.** v.61, n.233, pag.79-89, 2012.

COSTA, P.B.; QUEIROZ, A.C.; RODRIGUES, M.T.; MAGALHÃES, L.R.; COSTA, M.G.; TORAL, F.L.B.; CARVALHO, T.A.; MONTEIRO, L.; ZORZI, K.; DUARTE, M.S. Desempenho de novilhas leiteiras sob manejo para crescimento compensatório recebendo suplementação com ionóforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.2, p.461-470, 2007.

CRANSTON, J.J.; RIVERA, J.D.; GALYEAN, M.L.; BRASHEARS, M.M.; BROOKS, J.C.; MARKHAM, C.E.; McBETH, L.J.; KREHBIEL, C.R. Effects of feeding whole cottonseed and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**. v.84, n.8, p.2186-2199, 2006.

CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.6, p.1103-1111, 2008.

DAMASCENO, J.C.; BACARI JÚNIOR.; F.; TARGA, L.A. Respostas comportamentais de vacas Holandesas com acesso a sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v.34, n.4, p.709-715. 1999.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; **Métodos para análise de alimentos.** Visconde do Rio Branco; Suprema, 2012, 214p.

DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S.; ZERVOUDAKIS, J.T. Avaliação do "vício de tempo" de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** v.59, n.1, p.182-188, 2007.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S.; LANA, R.P. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.32, n.6, p.1763- 1777, 2003. Suplemento 1.

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

DIAS, A.M.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; ÍTAVO, L.C.V.; PIRES, A.J.V.; SOUZA, D.R.; SÁ, J.F.; MENDES, F.B.L.; NUNES NASCIMENTO, P.V. Bagaço de mandioca em dietas de novilhas leiteiras: consumo de nutrientes e desempenho produtivo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** v.60, n.4, p. 987-995, 2008.

DINIZ, L.L.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, A.S.; PINA, D.S.; SILVA, L.D.; BENEDETI, P.B.; BAIÃO, G.F.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES, R.F.D. Castor bean meal for cattle finishing: nutritional parameters. **Livestock Science.** v.135, n.2-3, p.153-167, 2011.

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.

FUNSTON, R.N.; MARTIN, J.L.; LARSON, D.M.; ROBERTS, A.J. Nutritional aspects of developing replacement heifers. **Journal of Animal Science**. v.90, n.4, p.1166-1171, 2012.

GARCIA, J.A.S.; VIEIRA, P.F.; CECON, P.R.; SETTI, M.C.; McMANUS, C.; LOUVANDINI, H. Desempenho de bovinos leiteiros em fase de crescimento alimentados com farelo de girassol. **Ciência Animal Brasileira**. v.7, n.3, p.223-233, 2006.

GOULARTE, S.R.; ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F.; DIAS, A.M.; MORAIS, M.G.; SANTOS, G.T.; OLIVEIRA, L.C.S. Comportamento ingestivo e digestibilidade de nutrientes em vacas submetidas a diferentes níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.63, n.2, p.414-422. 2011.

HALL, M.B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, n.12, p.3226-3232, 2003.

JORGE, J.R.V.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; SILVA, R.R.; ANDRADE, R.V.; PRADO, J.; BUBLITZ, E.E. Lipídios em dietas para novilhos holandeses: digestibilidade aparente. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal.** v.9 n.4, p.743-753, 2008.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fracionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**. v.57, n.4, p.347-358, 1996.

MACIEL, R.P.; NEIVA, J.N.M.; ARAUJO, V.L.; CUNHA, O.F.R.; PAIVA, J.; RESTLE, J.; MENDES, C.Q.; LÔBO, R.N.B. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de dendê. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.41, n.3, p.698-706, 2012.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; SILVA, L.F.C.; FONSECA, M.A. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.11, p.2247-2257, 2009.

MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; BOCCHI, A.L; QUEIRÓZ, M.A.A.; FEITOSA, J.V. Consumo e digestibilidades total e parcial de dietas utilizando farelo de girassol e três fontes de energia em novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.2, p.679-691, 2005.

MENDES NETO, J.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R.P.; QUEIROZ, A.C.; EUCLYDES, R.F. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.3, p.618-625, 2007.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; SOARES, C.A.; LANA, R.P.; QUEIROZ, A.C.; ASSIS, A.J.; PEREIRA, M.L.A. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.33, n.3, p.723-728, 2004.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**. v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.

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.

MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B.; GALYEAN, M.L.; VASCONCELOS, J.T.A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**. v.87, n.10, p.3427-3439, 2009.

MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; PERREIRA, E.S.; CAMPOS, J.M.S.; LANA, R.P.; MIRANDA, J.R. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.3, p.614-620, 1999.

MORENO, G.M.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; LEÃO, A.G.; LOUREIRO, C.M.B.; PEREZ, H.L.; ROSSI, R.C. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.4, p.853-860, 2010.

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

OLIVEIRA, A.S. **Co-produtos da extração de óleo de sementes de mamona e girassol na alimentação de ruminantes.** Viçosa. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 166p. 2008.

OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; ASSIS, A.J.; TEIXEIRA, R.M.A.; RENNÓ, L.N.; PINA, D.S.; OLIVEIRA, G.S. Substituição do milho pela casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: comportamento ingestivo, concentração de nitrogênio uréico no plasma e no leite, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.36, n.1, p.205-215, 2007.

ØRSKOV, E.R. New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughases and feed intake. **Asian-Australasian Journal Animal Science**. v.13, p.128-136, 2000.

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, p.287-310. 2006.

PALMQUIST, D.L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. **Journal of Dairy Science.** v.74, n.4, p.1354-1360, 1991.

PEREIRA, E.S; MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; VILLARROEL, A.B.S.; PIMENTEL, P.G. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e comportamento ingestivo de bovinos da raça Holandesa alimentados com dietas contendo feno de capim-tifton 85 com diversos tamanhos de partícula. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.1, p.190-195, 2009.

PINTO, A.P.; MARQUES, J.A.; ABRAHÃO, J.J.S.; NASCIMENTO; W.G.; COSTA, M.A.T.; LUGÃO, S.M.B. Comportamento e eficiência ingestiva de tourinhos mestiços confinados com três dietas diferentes. **Archivos de zootecnia**. v.59, n.227, p.427-434, 2010.

POLLI, V.A.; RESTLE, J.; SENNA, D.B.; SENA, D.B.; ALMEIDA, S.R.S. Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.25, n.5, p.987-993, 1996.

SANTANA JÚNIOR, H.A.; SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P; CARDOSO, E.O.; MENDES, F.B.L.; PINHEIRO, A.A.; ABREU FILHO, G.; DIAS, D.L.S; BARROSO, D.S.; SILVA, F.F.; TRINDADE JÚNIOR, G. Comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto sob nutrição compensatória. **Archivos de Zootecnia**. v.62, n.237, p.61-71, 2013.

SARTI, L.M.N. **Suplementação de ácidos graxos poli-insaturados protegidos no desempenho e respostas imunológicas de bovinos nelores confinados**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2014. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2014.

SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; CARVALHO, G.G.P.; FRANCO, L.L.; VELOSO, C.M.; CHAVES, M.A.; BONOMO, P.; PRADO, I.N.; ALMEIDA, V.S. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês x zebu confinadas. **Archivos de Zootecnia**. v.54, n.205, p.75-85, 2005.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de Alimentos**: Métodos químicos e biológicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B.A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**. v.70, n.11, 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. E. Estimativa de consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro por vacas leiteiras sob pastejo,

suplementadas com diferentes quantidades de alimento concentrado. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.60, n.4, p.890-895, 2008.

TEIXEIRA, J.C. **Fisiologia digestiva dos animais ruminantes.** Lavras: UFLA/FAEPE, 171 p. 1998.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análises estatísticas e genéticas.** Versão 8.0. Viçosa, MG. 142p. (Manual do Usuário), 2000.

VALADARES FILHO, S.C., PAULINO, P.V.R., MAGALHÃES, K.A. (Ed.) **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-corte**. Viçosa: UFV/DZO, 2006, 142p.

VAN CLEEF, E.H.C.B.; EZEQUIEL, J.M.B.; FONTES, N.A.; FATURI, C.; OLIVEIRA, P.N.; STIAQUI, M.G. Consumo e digestibilidade de dietas contendo fontes energéticas associadas ao farelo de girassol ou ureia em novilhos confinados. **Acta Scientiarum. Animal Science**. v.33 n.2, p.163-168, 2011.

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

VASCONCELOS, J.T.; GALYEAN, M.L. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. **Journal of Animal Science**. v.85, n.10, p.2772-2781, 2007.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings…** Ithaca: Cornell University, p.176-185. 1999.

IV – CAPÍTULO II

COPRODUTOS DO BIODIESEL EM DIETAS PARA VACAS LACTANTES

Resumo – Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de coprodutos do biodiesel sobre o consumo, a digestibilidade aparente das dietas, a produção e composição do leite, o custo e o comportamento ingestivo em vacas lactantes. Foram utilizadas 8 vacas lactantes mestiças Holandês × Zebu, com média de peso corporal de 525±18,5 kg e produção média de leite de 10±2,45 kg dia^{-1}, distribuídas em delineamento quadrado latino (4X4) duplo, com diferentes dietas (60:40, volumoso:concentrado): cana de açúcar corrigida com uréia como volumosos e diferentes concentrados: controle (concentrado padrão a base de milho e farelo de soja); farelo de girassol; torta de mamona; torta de algodão: inclusão de 20% na dieta total). O experimento foi constituído de quatro períodos experimentais, com duração de 15 dias cada, sendo 11 dias de adaptação e 4 dias de coleta. A inclusão de torta de mamona em dietas para vacas lactantes reduziu o consumo de matéria seca e de nutrientes. A torta de algodão e farelo de girassol podem ser utilizados em dietas para vacas lactantes pois não alteraram o consumo de matéria seca. O coeficiente de digestibilidade aparente das dietas contendo coprodutos do biodiesel foi menor, em comparação a dieta controle. O comportamento ingestivo de vacas lactantes é alterado quando substitui dietas contendo concentrado padrão por dietas com torta de algodão. Vacas lactantes alimentadas com dietas contendo 20% de torta de algodão na dieta total apresentaram maior tempo despendido em ruminação, além de reduzir o tempo por período em ócio, quando comparadas àqueles alimentadas com concentrado padrão e farelo de girassol, sem alterar a eficiência alimentar de vacas. A inclusão em 20% de torta de algodão e farelo de girassol na dieta total não reduziu a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura e eficiência de produção das vacas. A inclusão de torta de mamona em dietas para vacas reduziu a proteína do leite, em comparação àquelas alimentadas com concentrado padrão, mas não afetou os demais componentes do leite. O consumo, digestibilidade, comportamento animal, produção e composição do leite foram alterados quando ofertados coprodutos do biodiesel nas dietas. Todavia, menor custo do leite e maior margem bruta foram obtidos para dietas contendo torta de algodão. Assim recomenda-se a inclusão deste coproduto em 20% na dieta total de vacas lactantes.

Palavras-chave: consumo, comportamento, composição, digestibilidade, produção de leite.

V - CHAPTER II

BYPRODUCTS OF BIODIESEL IN DIETS FOR LACTATING COWS

Abstract – The objective was to evaluate the effects of inclusion of biodiesel byproducts on the intake, apparent digestibility of diets, the milk yield and composition and feeding behavior in lactating cows. We used 8 lactating cows crossbred Holstein-Zebu with average body weight of 525±18,5 kg and average production of 10 ± 2,45 $kg.dia^{-1}$ milk distributed in Latin square design (4x4) double, with different diets (standard concentrate based on corn and soybean meal, sunflower meal, castor bean, cotton cake: inclusion of 20% in the total diet). The experiment consisted of 4 experimental periods lasting 15 days each, being 11 days of adaptation and four days of collection. The inclusion of castor cake in diets for lactating cows reduces the consumption of dry matter and nutrients. The cotton cake and sunflower meal can replace corn and soybean meal in diets for lactating cows without changing the dry matter intake. The apparent digestibility of diets containing biodiesel byproducts was lower compared to control diet. The feeding behavior of lactating cows is changed when replacing the concentrated standard for cotton cake. Lactating cows fed diets containing 20% cottonseed meal in the total diet are at increased time spent in rumination, in addition to reducing the time period for leisure, compared to those fed concentrate standard and sunflower meal without reducing the feed efficiency cows. The inclusion of 20% of cottonseed meal and sunflower seed in the overall diet can replace corn and soybean meal without reducing the corrected milk 3,5% fat cows and production efficiency. The inclusion of castor cake in diets for cows reduces milk protein, compared to those fed standard concentrate, but does not affect the other components of milk. The intake, digestibility, animal behavior, production and milk composition change when offered biodiesel byproducts in the diets. However, the lower cost of milk and higher gross margin were obtained for diets containing cottonseed meal. So we recommend the inclusion of byproduct up to 20% in the total diet of lactating cows.

Keywords: consumption, behavior, composition, digestibility, milk production.

Introdução

A inclusão de fontes energéticas e proteicas alternativas em rações para vacas em lactação tem como principal objetivo baixar os custos de alimentação, mantendo-se os níveis de produção de leite (Pedroso et al., 2009). Dentre as alternativas, os coprodutos oriundos da produção de biodiesel surgem como opção promissora em função do grande volume a ser gerado e a versatilidade de sua utilização, visto que o clima tropical e subtropical do Brasil favorece uma ampla diversidade de matérias primas utilizadas para a produção, entre estas se destacam as culturas de soja, algodão, palma (dendê), girassol, nabo forrageiro, canola, mamona e pinhão manso (Abdalla et al., 2008). Além disso, com a política dos biocombustíveis, a produção do biodiesel tende a crescer no Brasil.

Segundo Abdalla et al. (2008), o Brasil apresenta um potencial de produção de tortas e/ou farelos na ordem de 14.746 kg ha^{-1} ano^{-1}. Uma das alternativas mais promissoras para os coprodutos gerados no processo de produção do biodiesel tem sido a utilização desses coprodutos como alimento alternativo que, por sua vez, se utilizados de forma correta podem proporcionar ganho de peso e rendimentos de carne e leite semelhantes aos alimentos convencionais, proporcionando, ainda, redução de custos com a alimentação desses animais. Desse modo, é necessário desenvolver trabalhos utilizando esses coprodutos, para determinar assim suas potencialidades.

Uma das características mais notáveis dessas tortas e farelos é a sua heterogeneidade química e bromatológica que pode variar de acordo com as espécies e/ou cultivar, os métodos de extração utilizado (química ou mecânica), e a eficiência do processamento (Oliveira et al., 2012). A utilização adequada dos coprodutos é frequentemente condicionada pelo conhecimento inadequado das suas características e valores nutricionais e seus efeitos sobre os animais utilizados na alimentação animal (Meneghetti & Domingues, 2008).

Segundo Oliveira et al. (2012), com base na sua composição química e bromatológica, determinados coprodutos obtidos a partir de produção de biodiesel são fontes ricas em proteínas que poderiam ser usados de forma rentável como ração animal. Porém, a utilização desses coprodutos é muitas vezes limitada pelo escasso conhecimento de suas características nutricionais e de seu valor econômico como

ingredientes para ração, como pela falta de dados de desempenho de animais alimentados com este tipo de alimento.

O estudo de fontes alternativas torna-se de fundamental importância para determinação do consumo e da digestibilidade desses alimentos, determinando, assim, o nível de inclusão de cada coproduto na alimentação de ruminantes, além de determinar se esses alimentos possuem algum princípio tóxico.

Tendo em vista a possibilidade de oferta de diferentes tipos de coprodutos do biodiesel pela indústria e suas possíveis alterações no comportamento ingestivo e na produção e composição do leite de vacas, torna-se necessário a realização de pesquisas para que se utilizem estes coprodutos. Nesse sentido, o presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de avaliar a inclusão de torta de algodão, farelo de girassol e torta de mamona sobre o consumo, a digestibilidade aparente, o comportamento ingestivo, a produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodisel.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Leite e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no Campus de Itapetinga-BA. Foram utilizadas 8 vacas mestiças Holandês-Zebu, lactantes, de terceira ou quarta lactação, com peso corporal médio de 525 ± 18,5 kg, sendo cada animal pesado no final de cada período experimental, produção média de leite de 10 ± 2,45 $kg.dia^{-1}$, onde, todos os animais se encontravam fora do pico de lactação, sendo esses distribuídas em delineamento quadrado latino (4X4) duplo.

As vacas foram alojadas em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de cocho individual de concreto para alimentação e bebedouro automático, comum a duas baias e alimentadas com dietas contendo 60% de cana de açúcar e 40% de concentrado. Os tratamentos referentes à inclusão dos coprodutos do biodiesel nas dietas foram:

Controle: concentrado padrão a base de milho e farelo de soja;

Torta de algodão: inclusão de 20% na dieta total;

Farelo de girassol: inclusão de 20% na dieta total;

Torta de mamona: inclusão de 20% na dieta total;

A torta de mamona passou por processo de destoxificação, utilizando solução de $Ca(OH)_2$ (1 kg para 10 litros de água), na quantidade de 60 g de $Ca(OH)_2$ kg^{-1} de farelo, na base da matéria natural, conforme recomendado por Oliveira (2008).

A presença de ricina na amostra tratada e *in natura* foi conferida pela técnica de eletroforese capilar com dodecilsulfato de sódio em gel de poliacrilamida (*sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis* SDS-PAGE), no sistema Hoefer de minigéis. Com o teste de eletroforese foi possível obrservar que o teor de ricina, na amostra detoxificada pelo processo proposto nesse trabalho, foi reduzido com o tratamento (Figura 01).

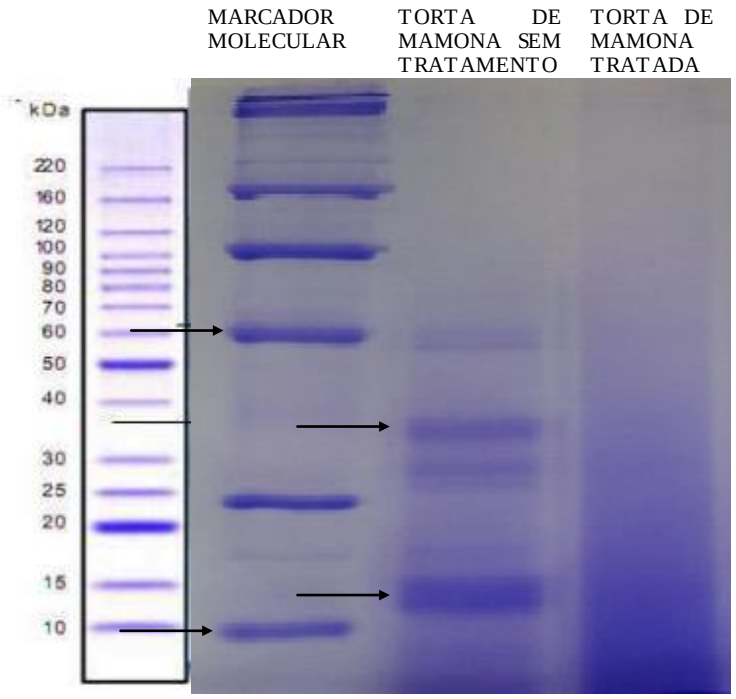

Figura 01. Eletroforese em gel de poliacrilamida de torta de mamona tratada ou não com $Ca(OH)_2$

A cana de açúcar, cortada diariamente, foi corrigida com 1% ureia (9 : 1; ureia : sulfato de amônio), na base da matéria natural, sendo as dietas calculadas para conterem nutrientes suficientes para ganho de peso de 200 $g.dia^{-1}$ e produção de leite de 15 kg dia^{-1} (NRC, 2001). A aplicação de ureia à cana de açúcar foi realizada mediante a diluição da mesma em água, sendo a quantidade de água diariamente calculada, obedecendo a proporção de 1 kg de ureia para 4 litros de água. As proporções dos ingredientes estão apresentadas na tabela 01.

Tabela 01. Composição percentual dos ingredientes da dieta (% na MS)

Item	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona
Cana de açúcar	60,0	60,0	60,0	60,0
Milho moído	22,1	12,4	14,0	16,1
Farelo de soja	15,3	5,1	3,7	1,0
Torta de algodão	-	20,0	-	-
Farelo de girassol	-	-	20,0	-
Torta de mamona	-	-	-	20,0
Suplemento mineral[1]	2,6	2,5	2,3	2,9
	100,00	100,00	100,00	100,00

Concentrado padrão: a base de milho e farelo de soja; Torta de algodão: inclusão de 50% no concentrado (20% na dieta); Farelo de girassol: inclusão de 50% no concentrado (20% na dieta); Torta de mamona: inclusão de 50% no concentrado (20% na dieta); 1- Quantidade/kg do produto: Cálcio - 187 g, Fósforo - 85 g, Enxofre - 18 g, Magnésio - 15 g, Sódio – 90 g, Cobre - 1350 mg, Cobalto - 80 mg, Ferro - 1450 mg, Iodo - 90 mg, Manganês – 1700 mg, Selênio - 22 mg, Zinco - 5800 mg, Flúor (máx.) - 850 mg.

O experimento constituiu de quatro períodos experimentais, com duração de 15 dias cada, sendo 11 dias de adaptação a dieta e 4 dias de coleta de dados. Durante o período de coleta, 12º ao 15º dia, amostras dos volumosos, concentrado e das sobras de cada animal foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer -20ºC. Após o descongelamento, as amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 60°C e moídas em moinho de faca (peneira com crivos de 1 mm) para posteriores análises laboratoriais.

As análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) celulose, hemicelulose e lignina (H_2SO_4 72% p/p) foram realizadas seguindo os procedimentos descritos em Silva e Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína foi realizado segundo recomendações Licitra et al. (1996) e Mertens (2002).

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 cinzas 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 (1999), 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 totais, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001). Para o cálculo do NDTest da cana de açúcar foi utilizado a equação: NDTest = 0,98 [100 - (%FDNp + %PB + %EE + %cinza)] x PF + PB x exp [-1,2 x (PIDA/PB)] + 2,25 x (EE - 1) + 0,75 x (FDNp - Lignina) x [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)] x PF + PB x exp [-0,4 x (PIDA/PB)] + 2,25 x (EE - 1) + 0,75 x (FDNp - lignina) x [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

Foi estimado o consumo de MS, PB, EE, FDN, FDNcp, FDNi, CT, CNFcp e NDT em kg dia^{-1}, de MS, FDN, FDNcp e NDT (em %PC).

A composição químico-bromatológica da cana de açúcar, milho, farelo de soja, torta de algodão, farelo de girassol e torta de mamona podem ser verificados na tabela 02, enquanto das dietas pode ser verificada nas tabelas 03.

Tabela 02. Teores médios de matéria seca e nutrientes da cana de açúcar, milho, farelo de soja, torta de algodão, farelo de girassol e torta de mamona

Item	Cana de açúcar +1% ureia	Milho moído	Farelo de soja	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona
MS	34,6	86,1	87,8	93,2	90,3	90,5
PB[1]	6,8	8,9	43,7	36,5	33,3	34,6
EE[1]	1,5	5,8	1,3	16,3	1,7	7,4
FDNcp[1]	51,6	11,7	8,5	20,8	30,0	36,1
FDNi[1]	30,3	2,9	2,1	12,9	28,5	3,4
FDA[1]	37,6	2,1	5,3	25,3	29,3	38,1
CT[1]	88,7	83,7	48,6	41,7	59,1	46,0
CNFcp[1]	37,0	72,0	40,1	20,9	29,1	10,0
Lignina[1]	8,5	0,1	0,4	6,3	7,5	24,5
Cinza[1]	3,1	1,6	6,4	5,5	5,9	11,9
NDT[1,2]	56,8	91,1	74,8	84,9	61,0	45,1

1/ Valores em percentagem da MS. 2/ Estimado segundo NRC (2001). MS – Matéria Seca; PB – Proteina Bruta; EE – Extrato Etéreo; FDNcp – Fibra em Detergente Neutro Corrigida Para Cinza e Proteina; FDNi – Fibra em Detergente Neutro Indigestivel; FDA - Fibra em Detergente Ácido; CT – Carboidratos Totais; CNFcp – Carboidratos Não Fibrosos Corrigido para Cinza e Proteina; NDT – Nutrientes Digestiveis Totais.

Tabela 03. Teor médio de matéria seca e nutrientes das dietas

Item	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona
MS	56,1	56,8	56,5	55,9
PB[1]	12,8	14,2	12,4	13,1
EE[1]	4,2	4,2	4,4	4,7
FDNcp[1]	33,8	36,1	38,1	36,4
FDNi[1]	19,9	22,7	24,6	28,6
FDA[1]	28,2	27,7	28,8	25,8
CT[1]	76,9	75,9	77,2	75,7
CNFcp[1]	43,0	39,7	39,1	39,1
Lignina[1]	5,4	6,5	7,9	9,54
Cinza[1]	6,2	5,8	6,0	6,7
NDT[1,2]	67,3	64,6	62,4	62,0

1/ Valores em percentagem da MS. 2/ Estimado segundo NRC (2001). MS – Matéria Seca; PB – Proteina Bruta; EE – Extrato Etéreo; FDNcp – Fibra em Detergente Neutro Corrigida Para Cinza e Proteina; FDNi – Fibra em Detergente Neutro Indigestivel; FDA - Fibra em Detergente Ácido; CT – Carboidratos Totais; CNFcp – Carboidratos Não Fibrosos Corrigido para Cinza e Proteina; NDT – Nutrientes Digestiveis Totais.

As vacas foram ordenhadas por ordenha mecânica, uma vez ao dia, às 6h00 e a produção de leite (PL) foi determinada considerando-se os resultados obtidos em quatro ordenhas consecutivas, durante o 12º e 15º dias de cada período experimental.

A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (PLcorr): PLcorr = (0,432 + 0,1625 x G) x kg de leite, em que G = % de gordura do leite (Sklan et al., 1992). A eficiência de produção (EP) foi calculada através da média de produção de leite corrigida para 3,5% de gordura em relação à média de consumo total de matéria seca em kg, o inverso foi calculado para determinação da eficiência de alimentação (EA), sendo calculada através da média de consumo total de matéria seca em kg em relação à média de produção de leite corrigida para 3,5% de gordura.

Amostras de leite foram coletadas no 15º dia, refrigeradas em recipiente plástico a 4ºC com bronopol (2-bromo 2-nitropropano 1,3-diol), na relação de 10 mg de bronopol para 50 ml de leite, e posteriormente enviadas imediatamente a Clínica do Leite – ESALQ - USP, para realização das análises de proteína (PROT), gordura (GOR), lactose (LACT), sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD), nitrogênio uréico (NU), caseína (CAS) e percentagem de caseína na proteína (PCAS). Para estas análises foi utilizado o método de raios infravermelhos proximais, utilizando o aparelho Bentley 2000[2], a contagem de células somáticas (CCS) foi realizada no equipamento modelo Somacount 500 (Bentley Instruments Incorporated, Chaska, MN), por citometria de fluxo (IDF/FIL 148A).

A coleta de fezes foi realizada durante dois dias alternados, em horários diferentes (às 12h00 e às 17h00) entre o 11º e 13º dia do experimento. As amostras de fezes foram colocadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer a - 20ºC para posteriores análises. As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65ºC por 72 horas e posteriormente trituradas em moinhos de faca, tipo Willey com peneira de 1 mm.

Para a estimativa da excreção fecal, foi utilizado fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno (Detmann et al., 2001; Detmann et al., 2007).

Amostras dos alimentos fornecidos (cana, concentrados), sobras e fezes foram incubadas por 288 horas (Detmann et al., 2012) em duplicata (20 mg MS/cm²) em sacos de tecido não tecido (TNT - 100 g/m²) no rúmen de um novilho mestiço Holandês-Zebu recebendo dieta mista. Após este período, o material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro (Mertens, 2002) para quantificação dos teores de FDNi. Os valores de excreção fecal foram obtidos por intermédio da relação entre consumo e concentração fecal de FDNi.

Na avaliação do comportamento ingestivo, as vacas foram submetidas a períodos de observação visual no 15º dia de cada período experimental, sendo os animais observados durante 24 horas, em intervalos de cinco minutos, para a avaliação dos tempos de alimentação, ruminação e ócio. Durante a observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial. Foram realizadas, ainda, três observações em cada animal em três períodos diferentes: manhã, tarde, noite. Foi avaliado nesses períodos o número de mastigações por bolo ruminal e contabilizado o tempo gasto para ruminação de cada bolo.

Esse procedimento foi realizado com o auxílio de cronômetros digitais, manuseados por quatro observadores que se posicionaram em frente às baias de forma a não incomodar os animais.

Na estimação das variáveis comportamentais alimentação e ruminação (h kg^{-1} MS e FDN), eficiência alimentar (kg MS e FDN $hora^{-1}$), eficiência em ruminação (kg de MS e FDN $bolo^{-1}$ e kg MS e FDN $hora^{-1}$) e consumo médio de MS e FDN por período de alimentação, foi considerado o consumo voluntário de MS e FDN do 15º dia de cada período experimental, sendo as sobras computadas no 16º dia.

O número de bolos ruminados diariamente foi obtido da seguinte forma: tempo total de ruminação (min) divido pelo tempo médio gasto na ruminação de um bolo. A concentração de MS e FDN em cada bolo (g) ruminado foi obtida a partir da divisão da quantidade de MS e FDN consumida (kg dia^{-1}) em 24 horas pelo número de bolos ruminados diariamente.

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

$$EALMS = CMS/TAL;$$

$$EALFDN = CFDN/TAL;$$

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.

$$ERUMS = CMS/TRU;$$

$$ERUFDN = CFDN/TRU;$$

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

$$TMT = TAL + TRU$$

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

O número de períodos de alimentação, ruminação e ócio foram contabilizados pelo número sequências 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.

Os custos com alimentação e de venda do leite foram considerados de acordo com os praticados no mercado de Itapetinga-BA, durante os meses de setembro e novembro de 2013, utilizando-se de adaptações do procedimento relatado por Souza (2003).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey adotando-se o nível de significância de 5%, utilizando-se o programa SAEG (Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2000).

Resultados e discussão

O peso inicial, final e o ganho médio diário de vacas alimentadas com coprodutos do biodiesel são apresentados na tabela 4. As vacas alimentadas com dietas contendo concentrado padrão, torta de algodão, farelo de girassol e torta de mamona obtiveram ganho de peso médio diário de 0,313, 0,263, 0,165 e 0,069 kg respectivamente. Esses valores estão próximos ao preconizado inicialmente (0,200 kg).

Tabela 4. Peso inicial e final de vacas alimentadas com coprodutos do biodiesel

Variável	Tratamento			
	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona
Peso inicial (Kg)	551,6	529,7	531,7	527,8
Peso final (Kg)	570,4	545,6	541,6	531,9
Ganho médio diário (Kg)	0,313	0,263	0,165	0,069

A inclusão de coprodutos do biodiesel em substituição ao milho e ao farelo de soja em dietas para vacas lactantes afetou o consumo de proteína bruta (em kg dia^{-1}) (P=0,018), o mesmo comportamento foi observado para os consumos de proteína bruta (P=0,006) e fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (P=0,056) descritos em % do peso corporal e para o consumo de proteína bruta em peso metabólico (P=0,009) (Tabela 5). Não foi observado diferença significativa em relação ao consumo de matéria seca, extrato etéreo, fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína, fibra em detergente neutro indigestível, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais em kg dia^{-1}.

Dietas contendo torta de algodão, farelo de girassol e torta de mamona podem ser utilizadas na alimentação de vacas lactantes, sem afetar o consumo de matéria seca. Geralmente, o consumo aumenta de acordo com a elevação do peso corporal, portanto, é mais conveniente expressar o consumo em relação ao peso corporal do animal (Costa, 2011). Durante o período experimental, os animais atingiram ganho médio diário de 0,202 kg (Tabela 4), valor próximo ao esperado de 0,200 kg descrito pelo (NRC, 2001), provavelmente devido ao alto consumo de matéria seca e nutrientes. O valor médio obtido para o consumo de matéria seca (kg dia^{-1}) entre as dietas experimentais foi de 16,75 kg dia^{-1} apresentando-se superiores aos estimados pelo NRC (2001), que

preconiza consumo de matéria seca de 13,03 a 13,69 kg.dia^{-1} para vacas com média de 550 kg de peso corporal e produção de leite corrigida de 8 a 10 kg de leite. A ingestão de matéria seca é um dos fatores determinantes do desempenho animal, sendo o ponto inicial para o ingresso de nutrientes, principalmente de energia e proteína, necessários para o atendimento das exigências de mantença e produção (Lima, 2011).

Tabela 5. Consumo de matéria seca e nutrientes de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel

Variável	Tratamento				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona		
	Consumo (kg dia^{-1})					
MS	17,04	16,58	16,61	16,78	0,273	0,919
PB	2,18ab	1,91b	2,29a	2,21ab	0,006	0,018
EE	0,62	0,66	0,74	0,73	0,001	0,063
FDNcp	6,12	6,08	5,59	6,22	0,034	0,109
FDNi	7,45	7,27	6,98	7,73	0,055	0,180
CNF	7,08	7,20	7,07	6,61	0,077	0,472
NDT	12,72	12,09	13,36	12,48	0,280	0,410
	Consumo (% PC)					
MS	3,2	3,1	3,1	2,9	0,007	0,147
PB	0,414a	0,359b	0,430a	0,389ab	0,000	0,006
FDNcp	1,2a	1,1ab	1,0b	1,1ab	0,001	0,056
NDT	2,4	2,3	2,5	2,2	0,732	0,036
	Consumo PM (g/kg^{0,75})					
MS	155,20	148,82	149,52	144,17	17,411	0,347
PB	19,80a	17,25b	20,63a	18,99ab	0,403	0,009

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).
PC – Peso corporal; PM – Peso metabólico; MS – Matéria Seca; PB – Proteína Bruta; EE – Extrato Etéreo; FDNi – Fibra em Detergente Neutro Indigestível; FDNcp – Fibra em Detergente Neutro Corrigida para Cinza e Proteína; CNFcp – Carboidratos Não Fibrosos corrigido para Cinza e Proteína; NDT – Nutrientes Digestíveis Totais.

O NRC (2001) preconiza um consumo de proteína bruta variando de 1,11 e 1,29 kg dia^{-1} para vacas com média de 550 kg de peso vivo, produzindo entre 8 e 10 kg de leite corrigido. O consumo de proteína bruta encontrado neste experimento apresentou uma variação entre 1,91 kg e 2,29 kg apresentando-se superiores as exigências estimadas segundo o NRC (2001), para todos os tratamentos experimentais, desta forma, os consumo médio de proteína bruta (2,15), dos tratamentos experimentais, atenderam às exigências preconizadas pelas revisões do NRC referenciadas, esse consumo elevado de proteína bruta está associado ao elevado consumo de matéria seca. Já as médias de consumo de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína

(1,1% de peso corporal) (% de peso corporal) apresentaram-se abaixo de 1,2% peso corporal recomendado por Mertens (1992) em todas as dietas experimentais, no entanto, várias pesquisas com vacas leiteiras, em países de clima tropical, já comprovaram que animais de menor produção de leite, em relação aos animais puros de clima temperado, têm maior capacidade de ingestão de fibra sem diminuir a produção de leite, como os observados por Cavalcanti et al. (2008).

Os consumos de matéria seca obtidos neste estudo foram abaixo dos reportados por Pina et al. (2006), de 18,57 a 19,56 $kg.dia^{-1}$, e correspondem a valores de 3,22 a 3,40% do peso corporal. Louvadini et al. (2007) e Oliveira (2008) em experimentos verificando a substituição do farelo de soja por farelo de girassol não verificaram efeitos negativos sobre o consumo expresso em (% de peso corporal) em ovinos e bovinos leiteiros, respectivamente.

Dietas contendo diferentes tortas e/ou farelos oriundos da produção de biodiesel não influenciaram (P>0,05) o consumo médio de nutrientes digestíveis totais. As exigências de nutrientes digestíveis totais estimadas de acordo com o NRC (2001) foram de 6,55 kg e 7,19 kg para produções médias de 8 kg e 10 kg de leite respectivamente em vacas com o peso médio de 550 kg. Os valores médios encontrados para o consumo de nutrientes digestíveis totais neste experimento apresentam uma variação entre 12,09 kg e 13,36 kg apresentando-se superior as exigências estimadas segundo o NRC (2001), atendendo desta forma as exigências nutricionais conforme recomendação do referido conselho.

A digestibilidade aparente de um alimento é a diferença entre as quantidades consumidas e as excretadas nas fezes (Lima, 2011). Na tabela 6 estão descritos os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes de acordo com as dietas avaliadas. O coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca foi menor (P=0,001) nos animais que consumiram dietas contendo torta de algodão e mamona, em comparação as dietas contendo farelo de girassol. Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes das dietas contendo torta de algodão e mamona foram inferiores a dieta contendo farelo de girassol. Outra justificativa na redução da digestibilidade da matéria seca e nutrientes digestíveis totais das dietas contendo torta de algodão e mamona são as características físicas e químicas e a alta concentração de lignina (tabela 3), que embora quimicamente não seja classificada como carboidrato é reconhecida, como principal fator intrínseco do alimento, responsável pela limitação da digestão dos nutrientes insolúveis em meio neutro (Jung & Allen, 1995).

Tabela 6. Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel

Variável	Tratamento				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona		
MS	70,7ab	66,9b	73,7a	67,9b	1,053	0,001
PB	73,5	74,1	78,6	74,6	2,712	0,137
EE	54,9	53,7	66,3	65,7	13,005	0,037
FDNcp	50,5	50,5	53,3	46,8	3,740	0,168
CNF	90,7	89,2	93,0	89,0	1,642	0,135
NDT	85,1b	82,1c	88,0a	83,3bc	0,527	0,000

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

De acordo com Hashimoto et al. (2007), o maior teor de fibra diminui a digestibilidade da MS, em virtude da redução de carboidratos não-estruturais, de rápida degradação ruminal. Por outro lado, o aumento da ingestão de fibra tende a promover maior estímulo à ruminação e, consequentemente, à salivação, melhorando o ambiente ruminal. Este processo mantém o pH do rúmen em níveis adequados, favorecendo o desenvolvimento e a manutenção da flora celulolítica e melhorando a degradação da fibra em detergente neutro.

Não foram observadas diferenças na produção de leite, produção de leite corrigido e eficiência alimentar de vacas alimentadas com torta de algodão e farelo de girassol e torta de mamona em comparação ao concentrado padrão (Tabela 07). Neste sentido, reduções ($P<0,05$) observadas nos consumos de proteína bruta e fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína de dietas contendo farelo de girassol e torta de algodão, não foram fatores responsáveis pela redução do fluxo de glicose para glândula mamária, tampouco do fluxo de amido a ser digerido no intestino delgado (Leiva et al., 2000; Reynolds, 2006). De acordo com Hutjens (2004) valores abaixo de 1,3 indicam baixa eficiência alimentar, o que pode ser obtido em rebanhos com baixo potencial de produção de leite ou submetidos a estresse, vacas primíparas ou em final de lactação e/ou gestação e ainda alimentadas com volumosos de baixa qualidade.

Tabela 07. Produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, eficiência de produção de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel

Variável	Tratamento				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona		
PL(kg dia^{-1})	10,2	9,4	9,6	9,3	0,162	0,426
PLcorr (kg dia^{-1})	9,8	10,5	9,6	9,7	0,545	0,796
EA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,000	0,856

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).
PL – Produção de leite; PLcorr – Produção de leite corrigida; EA – Eficiência alimentar.

Fernandes et al. (2002) observaram efeito quadrático na produção de leite (P<0,05) com o aumento de caroço de algodão na dieta e uma tendência de efeito quadrático (P<0,1) para produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, em dietas contendo silagem de milho. Segundo Melo et al. (2006), o caroço de algodão melhorou o desempenho animal quando incluído em até 25% da matéria seca em dietas à base de palma forrageira.

Couto et al. (2012) estudando a digestibilidade intestinal *in vitro* da proteína de diversos coprodutos da indústria de biodiesel, constatou que a torta e o farelo de algodão apresentaram os maiores coeficientes de digestibilidade intestinal. A alta digestibilidade intestinal contribui para uma maior disponibilidade de aminoácidos para absorção no intestino delgado, resultando numa maior produção de leite.

A substituição total proteica do farelo de soja pelo farelo de algodão com 28 ou 38% de PB sem causar impacto na produção e teor de proteína do leite, fica restrito para vacas com produção abaixo de 20 kg dia^{-1} (Pina et al., 2006). Em vacas com maior potencial de produção, a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão 38% de PB reduziu a produção de leite (34,75 *versus* 33,21 kg dia^{-1}) e o teor de proteína do leite (2,91 *versus* 2,83%) (Imaizumi, 2005).

Estudando o efeito da substituição do caroço de algodão pelo farelo de girassol na alimentação de vacas mestiças (Friesian x Sahiwal) em lactação, Jabbar et al. (2008) não observaram diferença significativa para a produção de leite diária, sendo de 9,59; 9,71 e 9,15 litros para os tratamentos I, II e III (tratamentos: I - ração à base de caroço de algodão, II - caroço de algodão e farelo de girassol, e III - ração à base de farelo de girassol). Assim, concluíram que a substituição parcial ou completa do caroço de algodão pelo farelo de girassol não afetou a produção de leite.

Na Tabela 08 são apresentadas as médias de proteína, gordura, lactose, sólidos totais, extrato seco desengordurado, nitrogênio uréico, caseína, percentagem de caseína na proteína e contagem de células somáticas do leite de vacas alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel. Foi observado diferença (P=0,004) entre os tratamentos para o teor de lactose, entretanto a inclusão de 20% de coprodutos do biodiesel na dieta total não influenciou (P>0,05) a proteína, gordura, sólidos totais, extrato seco desengordurado, nitrogênio uréico, caseína, percentagem de caseína na proteína e a contagem de células somáticas.

A inclusão de subprodutos do biodiesel na dieta aumentou (P=0,004) o teor de lactose do leite das vacas, em comparação àquelas alimentadas com concentrado padrão. Os teores de lactose apresentaram média de 43,6 g kg^{-1}, diferindo (P=0,004) entre os tratamentos, situando-se dentro dos limites do NRC (2001), os quais variam entre 38,4 e 56,6 g kg^{-1}. Segundo Pereira (2000) os teores de lactose no leite são dependentes 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. A concentração de proteína no leite é uma das principais variáveis de avaliação da qualidade do leite. De acordo com a IN-62 do MAPA, o leite deve apresentar um teor mínimo de 2,90% (2,9 gramas de proteína para cada 100 gramas de leite), sendo que a média anual observada ao longo do ano, este teor varia entre 31,2 a 33,8 g kg^{-1}, sendo assim, os teores de proteína do leite estão acima do valor preconizado pelo MAPA.

Os valores encontrados neste trabalho são próximos aos encontrados por outros autores para os teores de proteína do leite (Mendonça et al., 2004; Pedroso et al., 2010; Pereira et al., 2011, Coutinho et al., 2014). O teor de gordura do leite não diferiu entre as dietas, apresentando valor médio de 36,55 g kg^{-1} (Tabela 08). Segundo Oliveira & Fonseca (1999) o teor de gordura do leite depende principalmente do teor de fibra da dieta, a partir dessas, é produzido acetato que é usado na síntese da gordura do leite pela glândula mamária (Teixeira, 1992). Pressupõe-se que as dietas utilizadas nos tratamentos não diferiram quanto a proporção de ácidos graxos voláteis (acetatos) produzidos no rúmen, desta forma, a porcentagem de gordura no leite foram semelhantes entre os tratamentos.

Os resultados das análises físico-químicas do leite encontrados neste trabalho (Tabela 08) estão próximo da faixa, ou acima dos valores recomendados pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

(BRASIL, 1980). Isso indica que o leite de vacas que façam uso de dietas contendo coprodutos oriundos da produção do biodiesel nestas mesmas condições tem as características alteradas, para melhor, sendo considerado um leite normal dentro da legislação, podendo ser utilizado pelas indústrias de laticínios.

Tabela 08. Composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel

Variável	Tratamento				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona		
PROT (g kg^{-1})	36,2	33,9	36,9	33,2	0,017	0,187
GOR (g kg^{-1})	35,6	40,5	38,7	31,4	0,204	0,520
LACT (g kg^{-1})	41,9b	44,2a	43,2ab	45,1a	0,030	0,004
ST (g kg^{-1})	123,8	128,6	128,8	119,5	0,265	0,546
ESD (g kg^{-1})	88,2	88,1	90,0	88,1	0,021	0,714
NU (mg dL^{-1})	138,5	129,8	130,9	157,0	0,753	0,136
CAS (%)	28,8	26,7	29,6	25,9	0,016	0,174
PCAS (%)	79,6	78,5	79,8	78,0	0,479	0,255
CCS (x mil mL^{-1})	73,1	122,6	104,4	56,2	598,20	0,248

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%). PROT – Proteína; GOR – Gordura, LACT – Lactose; ST – Sólidos totais; ESD – Extrato seco desengordurado; NU – F Nitrogênio uréico; CAS – Caseína; PCAS – Percentagem de caseína na proteína; CCS – Contagem de células somáticas.

Segundo Haugen et al. (2006), o sistema de avaliação proteica para gado de leite reconhece que existem diferenças entre alimentos em relação à digestibilidade intestinal das proteínas. O resultado obtido neste estudo é considerado positivo, pois o leite manteve-se acima das especificações do padrão físico-químico.

Barbosa et al. (2010), afirmam que, durante o período de lactação das vacas, o constituinte que possui maior variabilidade é a gordura e pode ser considerado um componente negativamente correlacionado com a produção de leite, que aumenta gradualmente seu teor com o avanço da lactação.

Rodriguez & Guimarães Júnior (2005), afirmaram que o efeito mais consistente com relação à composição do leite de animais alimentados com coprodutos de algodão é um aumento da ordem de 0,2 a 0,3 unidades no teor de gordura. Este efeito pode ser explicado pela fermentação da fibra do algodão, que é de alta digestibilidade e produz ácido acético, disponível para a síntese de gordura do leite. Além disso, a adição da amêndoa permite uma redução no conteúdo de amido, com aumento no conteúdo de fibra, sem que haja redução na densidade energética da dieta (Rodriguez & Guimarães Júnior, 2005).

Em experimentos avaliando a substituição do farelo de soja (Pina, 2005; Brito & Broderick, 2007; Alves, 2008) ou farelo de canola (Maessomi et al., 2006) por farelo de algodão, todos revelaram não haver alteração sobre o teor de gordura do leite. Melo et al. (2006) também não encontraram diferenças no teor de gordura (3,18%) do leite, ao avaliarem a dieta de vacas leiteiras à base de palma forrageira adicionada de caroço de algodão. Já Fernandes et al. (2002) observaram aumento linear da concentração de gordura (%) (P<0,05), porém a produção de gordura do leite (g dia^{-1}) não foi alterada (P>0,05).

Na tabela 09 são apresentados os resultados de consumos de matéria seca e fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína, atividades de alimentação, ruminação, ócio e mastigação, número de bolos mastigados por dia, número de mastigações por dia, horas despendida com mastigações por dia, número de mastigações por dia, tempo em segundos por bolos mastigados em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel. A inclusão de coprodutos do biodiesel em dietas para vacas lactantes não provocou alterações no comportamento ingestivo (Tabela 09).

Tabela 09. Comportamento ingestivo de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel

Variável	Tratamento				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona		
	Consumo em 24 horas (kg dia^{-1})					
MS	17,03	16,65	16,52	16,90	0,264	0,873
FDNcp	7,45	7,28	6,98	7,73	0,053	0,037
	(h dia^{-1})					
Alimentação	5,9b	6,8a	7,0a	6,8ab	0,055	0,013
Ruminação	8,9	8,7	8,2	8,3	0,084	0,367
Ócio	9,2	8,9	8,7	8,4	0,144	0,512
	Mastigação					
Bolos (n dia^{-1})	535,4	598,0	509,4	567,8	843,684	0,191
n dia^{-1}	30906	31587	29071	29286	108026	0,276
					1,512	
h dia^{-1}	14,7	15,6	15,3	15,1	0,144	0,512
n $bolo^{-1}$	53,1	59,3	56,1	54,1	7,062	0,386
seg $bolo^{-1}$	60,9	53,6	59,1	55,3	5,834	0,153

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).
MS – Matéria Seca; FDNcp – Fibra em Detergente Neutro Corrigida para Cinza e Proteína; Bolos (n.dia^{-1}) – Número de bolos mastigados por dia; n dia^{-1} – número de mastigações por dia; h.dia^{-1} – horas despendida com mastigações por dia; n.$bolo^{-1}$ – número de mastigações por dia; seg.$bolo^{-1}$ – tempo em segundos por bolos mastigados.

Os resultados encontrados foram superiores aos relatados por Carlotto et al. (2010) onde os tempos médios de ruminação variaram de 1,5 a 2,1 horas no período diurno e não diferiram entre os suplementos testados. Acredita-se que esses valores foram baixos porque a atividade de ruminação é realizada, em sua maior parte, no período noturno. Zanine et al. (2009) observaram esse comportamento e relataram que, os maiores tempos de ruminação ocorreram no início e no final da noite nos períodos mais frescos do dia.

O padrão de procura de alimento por bovinos confinados é bem característico, com dois momentos principais: início da manhã e final da tarde, sendo que o tempo gasto diariamente nesta atividade, por vacas leiteiras estabuladas, tem sido de 4,5 horas (Damasceno et al., 1999), podendo variar de uma hora, para alimentos ricos em energia, até seis horas ou mais, para alimentos de baixo valor energético (Bürger et al., 2000). Já a ruminação em animais estabulados consome, normalmente, oito horas por dia (Camargo, 1988). Os valores observados neste experimento de 6,6 horas dia^{-1} para alimentação, 8,5 horas dia^{-1} para ruminação e 8,8 horas dia^{-1} para o ócio, estão dentro da faixa de variação citada por esses autores.

Segundo Van Soest (1994), a natureza da dieta influencia o comportamento ingestivo, sendo o tempo de ruminação, provavelmente, proporcional ao teor de fibra em detergente neutro e à forma física da dieta. Como a proporção de volumoso disponível foi a mesma, um fator que pode justificar um maior tempo de ruminação em vacas lactantes alimentadas com torta de algodão pode ser a presença do línter, proporcionando uma maior proporção de fibra nas dietas para animais que consumiram torta de algodão.

Correia et al. (2012), avaliando o tempo despendido para ingestão, ruminação e ócio por novilhos submetidos a dietas com tortas oriundas da produção de biodiesel observaram diferença entre as dietas apenas para os animais alimentados com dietas contendo torta de dendê em comparação as dietas com torta de amendoim e girassol.

Os tempos encontrados para as atividades de ingestão, ruminação e ócio estão dentro do padrão do comportamento ingestivo dos ruminantes mantidos em confinamento. Os resultados encontrados foram semelhantes aos de diversos autores que trabalharam com bovinos em regime de confinamento (Mendonça et al., 2004; Oliveira et al., 2007, Correia et al., 2012), estes autores encontraram tempos de 276 ±

55,8 minutos.dia^{-1}; 482,4 ± 43,8 minutos.dia^{-1} e 606 ± 126 minutos.dia^{-1}, para as atividades de ingestão, ruminação e ócio, respectivamente.

O valor médio observado para atividade de alimentação de 6,6 (horas dia^{-1}), situa-se acima da faixa observada entre 4,2 e 4,4 (horas dia^{-1}) relatados por Mendonça et al. (2004) que utilizaram cana de açúcar na dieta de vacas em lactação. A elevada proporção de cana de açúcar utilizada no presente estudo, sendo esta um volumoso que apresenta elevado teor de fibra de baixa ou lenta digestão associado ao concentrado contendo torta de algodão influenciou (P<0,05) apenas o número de mastigações total por dia.

Alimentos com um alto teor de fibra em detergente neutro (Beauchemin & Buchanan-Smith, 1989; Queiroz et al., 2001) ou fibra em detergente neutro de baixa degradabilidade (McQueen & Robinson, 1996) necessitam ser mastigados (e principalmente, ruminados) por um tempo mais longo. Estes relatos explicam o maior tempo de ruminação, em horas dia^{-1}, e mastigação, n dia^{-1}, no presente estudo, em relação aos valores observados por Mendonça et al. (2004) e Oliveira et al. (2007), que também utilizaram dietas à base de cana de açúcar para vacas em lactação.

Os resultados relativos aos tempos médios da eficiência de alimentação da matéria seca e fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína, da eficiência de ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína, são apresentados na tabela 10. Foi observado diferença para as variáveis: eficiência de alimentação da matéria seca (P=0,036) e fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (P=0,014). Não foram observadas diferenças na eficiência de ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína de vacas alimentadas com torta de algodão, farelo de girassol e torta de mamona em comparação àquelas alimentadas com concentrado padrão. A inclusão de 20% de farelo de girassol na dieta total diminuiu a eficiência de alimentação da matéria seca e da fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína das vacas, em comparação àquelas alimentadas com concentrado padrão.

Tabela 10. Eficiência de alimentação e ruminação em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel

Variável	Tratamento				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona		
	Eficiência de alimentação					
kg MS h^{-1}	2,9a	2,5ab	2,4b	2,5ab	0,016	0,036
kg FDNcp h^{-1}	1,3a	1,1ab	1,0b	1,2ab	0,003	0,014
	Eficiência de ruminação					
kg MS h^{-1}	1,9	2,0	2,0	2,1	0,009	0,652
kg FDNcp h^{-1}	0,8	0,9	0,8	1,0	0,002	0,109

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).
kg MS h^{-1} – Quilo de matéria seca por hora; kg FDNcp h^{-1} – Quilo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína por hora.

De acordo com Carvalho (2008), as eficiências de ingestão e de ruminação são afetadas primariamente pelo consumo animal. Tudo indica que o consumo de matéria seca e a qualidade dessa matéria seca ingerida tem grande influencia sobre estas variáveis. Tal pressuposição é suportada não só pelos resultados observados no presente estudo, mas também pelos achados de outros autores (Carvalho et al., 2004, Mendonça et al., 2004, Oliveira et al., 2007, Correia et al., 2012), os quais verificaram menor eficiência nas dietas que apresentaram menores consumos.

Ahmad et al. (2004) avaliando o efeito da substituição de 0, 50 e 100% do caroço de algodão por farelo de girassol sobre a eficiência alimentar em novilhas da raça Holandesa. Verificaram que o desempenho foi semelhante (P>0,05) entre os tratamentos, indicando que o farelo de girassol é tão eficiente quanto o caroço de algodão em rações de novilhas em crescimento, diferente dos resultados encontrados nesta pesquisa.

Os resultados relativos às médias de tempo despendido por período em ócio, tempo por período alimentando, tempo por período ruminando, número de períodos alimentando, número de períodos ruminando, número de períodos em ócio e coeficientes de variação são apresentados na tabela 11. Observou-se diferença entre os tratamentos para o numero de períodos em alimentação (P= 0,005) e ócio (P=0,001) e para o tempo por período em alimentação (P=0,001) e ócio (P=0,006), não sendo observada influência (P>0,05) dos tratamentos para o numero e tempo por períodos em ruminação. Nos trabalhos citados (Carvalho et al., 2006; Cavalcanti et al., 2008), os

autores não verificaram efeito do tratamento sobre o numero diário de períodos de alimentação, ruminação e ócio. Inclusive com categorias animais distintas, verifica-se que não há grande disparidade nos valores referentes ao numero de períodos e o tempo por períodos dedicados a estas atividades. Mesmo sabendo que os animais intercalam várias vezes durante o dia, as atividades de alimentação, ruminação e ócio, foi observado neste estudo que o número de períodos em alimentação e ócio são reduzidos quando incluiu coprodutos nas dietas de vacas leiteiras e tempo gasto por período em alimentação e ócio aumentou quando incluiu coprodutos nas dietas de vacas leiteiras.

Tabela 11. Número e tempo por períodos em alimentação, ruminação e ócio em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo coprodutos do biodiesel

Variável	Tratamento				EPM	P-valor
	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona		
	Número de períodos (n.dia^{-1})					
Alimentação	16,2a	11,9b	13,6ab	11,4b	0,820	0,005
Ruminação	17,9	16,0	16,0	16,1	0,576	0,258
Ócio	26,7a	22,0b	23,0ab	20,4b	0,914	0,001
	Tempo gasto por período (min)					
Alimentação	23,5b	35,4a	31,2a	35,8a	3,630	0,001
Ruminação	30,0	32,9	33,1	31,1	4,952	0,732
Ócio	21,5b	23,2ab	23,1ab	26,4a	0,793	0,006

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

Foram verificadas variações nas despesas com volumoso e concentrado, no custo total com alimentação e no custo do leite, o que refletiu nas receitas (Tabela 12).

No processo produtivo de alimentação de vacas de leite, o custo dos concentrados em relação às receitas deve ser observado, pois reduções significativas são observadas quando incluído nesses concentrados coprodutos do biodiesel como: torta de algodão, farelo de girassol e mamona quando comparado ao concentrado padrão (57,55, 60,06 e 57,71 *versus* 72,02), o que mostra a importância de se avaliar e comparar torta e farelos com outras matérias-primas.

O consumo e o custo total com alimentação foram iguais ou maiores para as dietas com concentrado padrão, torta de algodão e farelo de girassol e menor para a dieta com torta de mamona (10,25, 9,44, 9,06 e 7,31 reais), demonstrando que estas dietas (concentrado padrão, torta de algodão e girassol) apresentaram maior aceitabilidade. Já o custo do concentrado foi maior para a dieta controle (concentrado padrão) e menor para a dieta contendo torta mamona.

Tabela 12. Custo com alimentação, receita e custo por quilo de leite produzido em função das dietas contendo coprodutos do biodiesel

Item	Dieta			
	Concentrado padrão	Torta de algodão	Farelo de girassol	Torta de mamona
DESPESAS				
Volumoso[1]				
Cana-de-açúcar (kg/vaca/dia)	30,08	40,47	40,44	32,25
Custo por kg de MN (R$)	0,06	0,06	0,06	0,06
Custo do volumoso (R$/vaca/dia)	1,80	2,43	2,43	1,94
Concentrado[1]				
Farelo de soja (kg/vacas/dia)	2,86	1,07	0,76	0,10
Custo por kg de MN (R$)	1,50	1,50	1,50	1,50
Custo (R$/vacas/dia)	4,29	1,60	1,15	0,15
Milho moído (kg/vacas/dia)	4,124	2,61	2,66	2,77
Custo por kg de MN (R$)	0,9	0,9	0,9	0,9
Custo (R$/vacas/dia)	3,71	2,35	2,39	2,50
Torta de algodão (kg/vacas/dia)	-	4,03	-	-
Custo por kg de MN (R$)	-	0,64	-	-
Custo (R$/vacas/dia)	-	2,58	-	-
Farelo de girassol (kg/vacas/dia)	-	-	3,76	-
Custo por kg de MN (R$)	-	-	0,70	-
Custo (R$/vacas/dia)	-	-	2,63	-
Torta de mamona (kg/vacas/dia)	-	-	-	3,29
Custo por kg de MN (R$)	-	-	-	0,71
Custo (R$/vacas/dia)	-	-	-	2,34
Suplemento mineral (kg/vacas/dia)	0,45	0,49	0,46	0,39
Custo por kg de MN (R$)	1,00	1,00	1,00	1,00
Custo (R$/vacas/dia)	0,45	0,49	0,46	0,39
Custo do concentrado (R$/vaca/dia)	**8,45**	**7,02**	**6,63**	**5,38**
Custo total com alimentação (R$/vaca/dia)	**10,25**	**9,44**	**9,06**	**7,31**
Produção de leite (kg/dia)	10,2	10,6	9,6	8,1
Custo do leite (R$/kg)	**1,01**	**0,89**	**0,94**	**0,90**
Receita				
Preço do leite (R$/litro)	1,15	1,15	1,15	1,15
Renda do leite (R$/vaca/dia)	**11,73**	**12,19**	**11,04**	**9,32**
Relações				
Custo do volumoso/Receita (%)	15,39	19,92	21,98	20,77
Custo do concentrado/Receita (%)	72,02	57,55	60,06	57,71
Custo da dieta/Receita (%)	87,41	77,47	82,04	78,48
Margem Bruta[2] (R$/vaca/dia)	**1,48**	**2,75**	**1,98**	**2,00**

[1] Preços médios praticados em Itapetinga, Bahia, durante o ano de 2013. [2] Considera somente as despesas com alimentação dos animais e a renda resultante da venda do leite.

O maior custo total com alimentação foi para a dieta com concetrado padrão e o menor, para a dieta com torta de mamona, todavia o menor custo do leite foi para a dieta com torta de algodão (0,89) e o maior, para a dieta com concetrado padrão (1,01). Consequentemente, a maior receita foi também para a torta de algodão, que apresentou uma maior margem bruta (2,75), ficando as piores receitas, para as dietas com concentrado padrão, farelo de girassol e torta de mamona (1,48, 1,98 e 2,00).

O uso de torta de algodão, girassol e da torta de mamona reduzem em 7,9; 11,6 e 28,7% os custos totais com alimentação quando comparados aos da dieta com concentrado padrão. Contudo, uma maior margem bruta é obtida para a dieta com torta de algodão.

Ressalta-se que, os preços praticados foram os do comércio local no ano de 2013, quando a seca foi intensa na região de Itapetinga-BA, o que onerou os preços dos coprodutos. Além disso, se utilizados em outras regiões do País onde os preços são diferenciados, podem proporcionar resultados satisfatórios.

Deve-se verificar com atenção a utilização desses coprodutos, pois se encontrados com abundância na região podem viabilizar sua utilização na alimentação animal. Com isso, tem-se cada vez mais a necessidade de avaliar alimentos alternativos, como os coprodutos da agroindústria, e determinar níveis de inclusão na dieta que permitam reduzir o custo e ao mesmo tempo garantir adequado nível de produção, principalmente no confinamento, uma vez que, em regiões onde estes são disponíveis, os resultados serão mais compensatórios (Oliveira et al., 2014).

Conclusão

O consumo, digestibilidade, comportamento animal, produção e composição do leite são alterados quando ofertados coprodutos do biodiesel nas dietas. Todavia, menor custo do leite e maior margem bruta foram obtidos para dietas contendo torta de algodão. Assim recomenda-se a inclusão deste coproduto em até 20% na dieta total de vacas lactantes.

Referências Bibliográficas

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R.; CARMO, C.A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de coprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia/Brazilian Journal of Animal Science.** v.37, n.spe, p.260-268, 2008.

AHMAD, T.; ASLAM, Z.; RASOOL, S. Reducing fiber content of sunflower oil meal through treatment of enzymes produced from Arachnoitus sp. **Animal Science Journal.** v.75, n.3, p.231–235, 2004.

ALVES, A.F. 2008. **Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia na dieta de vacas em lactação.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 76p. 2008.

BARBOSA, J.G.; GONZAGA NETO, S.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MEDEIROS, A.N.; PEREIRA, V.O.; COSTA, T.P.; LIMA, J.S.B. Características físico-químicas e sensoriais do leite de vacas Sindi suplementadas em pastagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.** v.11, n.2, p.362-370, 2010.

BEAUCHEMIN, K.A.; BUCHANAN-SMITH, J.G. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and supplementary long hay on chewing activities and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science.** v.2, n.9, p.2288-2300, 1989.

BRITO, A.F.; BRODERICKT, G.A. Effects of different protein supplements on milk production and nutrient utilization in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.90, n.4, p.1816-1827, 2007.

BURGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; SILVA, J.F.C.C.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; CASALI, A.D.P. Comportamento ingestivo de bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.** v.29, n.1, p.236-242, 2000.

CAMARGO, A.C. **Comportamento de vacas da raça holandesa em um confinamento do tipo free stall no Brasil Central. Piracicaba,** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 146p, 1988.

CARLOTTO, S.B.; MEDEIROS, R.B.; PELLEGRINI, C.B.; GARCIA, R.P.A.; LISBOA, C.A.V.; SAIBRO, J.C. Comportamento ingestivo diurno de vacas primíparas em pastagem nativa dominada por capimannoni-2 com suplementação proteica e mineral em diversas estações climáticas. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.39, n.3, p.454-461, 2010.

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

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R.; VELOSO, C.M.; SILVA, H.G.O. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim-elefante amonizada ou não e coprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.4, p.1805-1812, 2006.

CAVALCANTI, M.C.A.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; LIRA, M.A.; RIBEIRO, V.L.; RIBEIRO NETO, A.C. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (Opuntia ficus-indica Mill) e palma orelha-de-elefante (Opuntia sp.). **Acta Scientiarum. Animal Science.** v.30, n.2, p.173-179, 2008.

CORASSIN, C.H.; MACHADO, P.F.; COLDEBELLA, A.; CASSOLI, L.D.; SORIANO, S. Avaliação de ferramentas utilizadas no balanceamento de dietas completas para vacas em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences.** v.26, n.2, p.241-249, 2004.

CORREIA, B.R.; OLIVEIRA, R.L.; JAEGER, S.M.P.L.; BAGALDO, A.R.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVEIRA, G.J.C.; LIMA, F.H.S.; OLIVEIRA, P.A. Ingestive behavior and physiological parameters of steers fed with biodiesel cakes. **Archivos de Zootecnia.** v.61, n.233, p.79-89, 2012.

COUTINHO, D.A.; BRANCO, A.F.; SANTOS, G.T.; OSMARI, M.P.; TEODORO, A.L.; DIAZ, T.G. Intake, digestibility of nutrients, milk production and composition in dairy cows fed on diets containing cashew nut shell liquid. **Acta Scientiarum. Animal Sciences.** v.36, n.3, p.311-316, 2014.

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

CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.37, n.6, p.1103-1111, 2008.

DAMASCENO, J.C., BACCARI JUNIOR, F.; TARGA, L.A. Respostas comportamentais de vacas holandesas com acesso a sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.34, n.4, p.709-715. 1999.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; **Métodos para análise de alimentos.** Visconde do Rio Branco; Suprema, 2012, 214p.

DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S.; ZERVOUDAKIS, J.T. Avaliação do "vício de tempo" de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.59, n.1, p.182-188, 2007.

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

FERNANDES, J.J.R.; PIRES, A.V.; SANTOS, A.P.; SIMAS, J.M.C. Teores de caroço de algodão em dietas contendo silagem de milho para vacas em lactação. **Acta Scientiarum**. v.24, n.4, p.1071-1077, 2002.

GARCIA, J.A.S.; VIEIRA, P.F.; CECON, P.R.; SETTI, M.C.; McMANUS, C.; LOUVANDINI, H. Desempenho de Bovinos leiteiros em fase de crescimento alimentados com farelo de girassol. **Revista Ciência Animal Brasileira**. v.7, n.3, p. 223-233, 2006.

HALL, M.B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, n.12, p.3226-3232, 2003.

HAUGEN, H.L.; IVAN, S.K.; MacDONALD, J.C.; KLOPFENSTEIN, T.J. Determination of undegradable intake protein digestibility of forages using the mobile nylon bag technique. **Journal of the Animal Science.** v.84, n.4, p.886–893, 2006.

HASHIMOTO, J.H.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T.; MACEDO, F.A.F.; MEXIA, A.A.; SANTELLO, G.A.; MARTINS, E.N.; MATSUSHITA, M. Características de carcaça e da carne de caprinos Boer x Saanen confinados recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.36 n.1, p.165-173, 2007.

HUTJENS, M.F. Enhancing profitability through setting strategic feed efficiency targets. In: WESTERN CANADIAN DAIRY SEMINAR - Advances in Dairy Technology, **Proceedings…** Edmonton: University of Alberta, v.16, p.23-27, 2004.

IMAIZUMI, H. **Suplementação protéica: uso de coprodutos agroindustriais e processamento de milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento**. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 90f. 2005.

JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science.** v.76, n.12, p.3851-3863, 1993.

JUNG, H.G.; ALLEN, S. Characteristic of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science.** v.73, n.9, p.2774-2790, 1995.

LEIVA, E.; HALL, M.B.; VAN HORN, H.H. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrate. **Journal of Dairy Science**. v.83, n.12, p.2866-2875, 2000.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fracionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological.** v.57, n.4, p.347-358, 1996.

LIMA, F.H.S. **Tortas de oleaginosas oriundas da produção de biodiesel em substituição ao farelo de soja na alimentação de vacas em lactação em pastejo.** Universidade Federal da Paraíba. Paraíba – PE. Tese (Doutorado em Zootecnia). 103p. 2011.

LIMA JÚNIOR, D.M.; BRAGA, A.P.; RANGEL, A.H.N.; BRAGA, Z.C.A.C.; BARRETO, H.F.M.; MACIEL, M.V. Farelo de algodão (G*ossipum* spp.) extrusado na dieta de ruminantes: consumo e digestibilidade. **Acta Veterinaria Brasilica.** v.5, n.1, p.68-75, 2011.

LOUVADINI, H.; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S.; McMANUS, C.; COSTA, D.M.; ARAÚJO, S.C. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.36, n.3, p.603-609, 2007.

MAESOOMI, S.M.; GHORBANI, G.R.; ALIKHANI, M.; NIKKHAH, A. Short communication: Canola meal as a substitute for cottonseed meal in diet of midlactation Holsteins. **Journal of Dairy Science.** v.89, n.5, p.1673-1677, 2006.

McQUEEN, R.E.; ROBINSON, P.H. Intake behavior, rumen fermentation and milk production of dairy cows as influenced by dietary levels of fementable neutral detergent fiber. **Canadian Journal of Animal Science**. v.76, n.3, p.357-365, 1996.

MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; LIRA, M.A.; LIMA, L.E. PESSOA, R.A.S.; BISPO, S.V.; CABRAL, A.M.D.; AZEVEDO, M. Desempenho leiteiro de vacas alimentadas com caroço de algodão em dietas à base de palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v.41, n.7, p.1165-1171, 2006.

MENDES NETO, J.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R.P.; QUEIROZ, A.C.; EUCLYDES, R.F. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.36, n.3, p.618-625, 2007.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; SOARES, C.A.; LANA, R.P.; QUEIROZ, A.C.; ASSIS, A.J.; PEREIRA, M.L.A. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.3, p.723-728, 2004.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**. v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.188-219, 1992.

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

OLIVEIRA, J.B. **Coprodutos do biodiesel em dietas para caprinos.** Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA. 70p. 2014

OLIVEIRA, A.S. **Co-produtos da extração de óleo de sementes de mamona e de girassol na alimentação de ruminantes.** Viçosa, MG: UFV, 2008. 166p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2008.

OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C; ASSIS, A.J.; TEIXEIRA, R.M.A.; RENNÓ, L.N.; PINA, D.S; OLIVEIRA, G.S. Substituição do milho pela casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: comportamento ingestivo, concentração de nitrogênio uréico no plasma e no leite, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.1, p.205-215, 2007.

OLIVEIRA, C.A.F.; FONSECA, L.F.L. Aspectos relacionados à produção, que influenciam a qualidade do leite. **Higiene Alimentar.** v.13, n.62, p.10-16, 1999.

PALMIQUIST, D.L.; MOSER, E.A. Dietary fat effects on blood insulin glucose utilization and milk protein Content Of Lactating Cows. **Journal of Dairy Science**. v.64, n.8, p.1664-1670, 1981.

PEDROSO, A.M.; SANTOS, F.A.P.; BITTAR, C.M. Substituição do milho em grão por farelo de glúten de milho na ração de vacas em lactação em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.8, p.1614-1619, 2009.

PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; BONFIM, M.A.D.; CARNEIRO, M.S.S.C.; CANDIDO, 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, n.4, p.387-394, 2011.

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

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CAMPOS, J.M.S.; DETMANN, E.; MARCONDES, M.I.; OLIVEIRA, A.S.; TEIXEIRA, R.M.A. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.4, p.1543-1551, 2006.

PINA, D.S. **Fontes de proteína para vacas em lactação**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 61p. 2005.

REYNOLDS, C.K. Production and metabolic effects of site of starch digestion in dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology.** v.130, n.1-2, p.78-94, 2006.

RODRIGUEZ, N.M.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Utilização de coprodutos da agroindústria na alimentação de vacas de leite. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 3, 2005, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, EV/UFMG, p.65- 91, 2005.

SILVA, R.L.N.V. **Torta de dendê oriunda da produção de biodiesel, no suplemento de vacas em lactação a pasto.** Tese (Doutorado em Ciência Animal nos Trópicos) - Universidade Federal de Bahia, Salvador, BA, 127f. 2011.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de Alimentos**: Métodos químicos e biológicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SKLAN, D.; 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, n.9, p.2463-2472, 1992.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B.A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**. v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

TEIXEIRA, J.C. **Nutrição de ruminantes.** Lavras: Edições FAEPE. 1992.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análises estatísticas e genéticas.** Versão 8.0. Viçosa, MG. 142p. (Manual do Usuário), 2000.

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

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, n.1, p.85-95, 2009.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings…** Ithaca: Cornell University, pag.176-185. 1999.