

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

SUBSTITUIÇÃO DE PALMA MIÚDA POR PALMA ORELHA DE ELEFANTE
MEXICANA PARA VACAS MISTIÇAS EM LACTAÇÃO

RANDERSON CAVALCANTE SILVA

Zootecnista

RECIFE - PE

JULHO-2017

RANDERSON CAVALCANTE SILVA

**SUBSTITUIÇÃO DE PALMA MIÚDA POR PALMA ORELHA DE
ELEFANTE MEXICANA PARA VACAS MISTIÇAS EM
LACTAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Ceará e Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção e Nutrição Animal

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira - Orientador

Pesquisador Dr. Júlio César Vieira de Oliveira- Coorientador

Pesquisador Dr. Marco Antonio Sundfeld da Gama- Coorientador

RECIFE - PE

JULHO-2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586s Silva, Randerson Cavalcante
Substituição de palma miúda por palma orelha de elefante mexicana para vacas mestiças em lactação / Randerson Cavalcante Silva. – 2017.
58 f. : il.

Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira.
Coorientador: Júlio César Vieira de Oliveira.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2017.
Inclui referências.

1. Composição do leite 2. Cactáceas 3. Ácidos graxos
4. Bovinocultura de leite 5. Semiárido I. Ferreira, Marcelo de Andrade, orient. II. Oliveira, Júlio César Vieira de, coorient.
III. Título

CDD 636

RANDERSON CAVALCANTE SILVA

**SUBSTITUIÇÃO DE PALMA MIÚDA POR PALMA ORELHA DE ELEFANTE
MEXICANA PARA VACAS MESTIÇAS EM LACTAÇÃO**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 31 de julho de 2017

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Presidente

Prof. Dr. Omer Cavalcanti de Almeida

Universidade Federal Rural de Pernambuco/UAG

Profa. Dra. Antonia Sherlânea Chaves Vêras

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto

Universidade Federal da Paraíba

Profa. Dra. Safira Valença Bispo

Universidade Federal Rural de Pernambuco/UAG

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RANDERSON CAVALCANTE SILVA - Nasceu em Santana do Ipanema-AL, no dia 11 de abril de 1986. Filho de Lenilda Marcelino da Silva e Renato Cavalcante Almeida. Iniciou a graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Alagoas, campus Arapiraca, em agosto de 2006, recebendo o título de Bacharel em Zootecnia em fevereiro de 2011. Em março de 2011 iniciou o mestrado acadêmico pela Universidade Estadual Paulista - Unesp, Campus Jaboticabal, na área de concentração em produção e nutrição de ruminantes, obtendo o título de Mestre em Zootecnia em agosto de 2013. Ainda em agosto do mesmo ano, iniciou as atividades no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia na Universidade Federal Rural de Pernambuco, área de concentração em produção e nutrição animal. Em 2015, foi aprovado no concurso para professor no Instituto Federal de Alagoas, assumindo o cargo em fevereiro de 2017. Em julho de 2017 submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

*“A maior qualidade de um homem está em
seu coração e não em seu currículo. ”*

(Keila Littig)

DEDICO

À minha querida filha,

Letícia Souza Cavalcante,

Por fazer tudo ficar ainda melhor, por encher nossa casa de vida e dar sentido a tudo...

À minha parceira de todas as horas,

Patrícia Gomes Souza,

Pela cumplicidade, paciência, compreensão e amor.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade de viver e capacidade de pensar com inteligência;

Aos meus pais Renato Cavalcante Almeida e Lenilda Marcelino Silva, que sempre se esforçaram para me apoiar nessa “caminhada”;

Ao meu irmão Renan, sua esposa Milena e meus sobrinhos Maria Luiza e Renan Filho; minha irmã Renata, seu esposo Sidney e minhas sobrinhas Thamires e Sophia; meu irmão Reury, sua esposa Kelly Christiane e meus sobrinhos Maria Clara e Arthur, por torcerem e acreditarem em mim;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, pela oportunidade;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA-Arcoverde), por disponibilizar toda a estrutura, os animais e apoio para a execução da minha pesquisa. E a todos os funcionários que ajudaram de forma direta ou indireta no experimento;

Ao prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira, pela orientação, ensinamentos, confiança e paciência;

Ao Pesquisador Dr. Júlio César Vieira de Oliveira, pela coorientação, apoio e auxílio;

Ao Pesquisador Dr. Marco Antonio Sundfeld da Gama, pela coorientação, colaboração, disponibilidade, e a toda equipe da Embrapa Gado de Leite pelo apoio e disponibilidade durante as análises no laboratório de cromatografia;

A Dr^a Juana Chagas, por todas as contribuições nesse trabalho de tese, por todo apoio e dedicação na reta final desse trabalho;

Ao Pesquisador Dr. Djalma Cordeiro dos Santos, por todo apoio e contribuição durante a execução do projeto;

Aos membros de minhas bancas de qualificação e defesa, pelo aceite em participar destas etapas de minha formação, contribuindo para o aprimoramento deste trabalho;

Ao Jonas Gomes Inácio e a Evannielly Thuanny, por toda ajuda, dedicação e companheirismo durante a execução do projeto, análises laboratoriais e durante todo o doutorado;

Aos amigos Paulo Sérgio e Madson, por estarem presentes em mais uma fase importante da minha vida;

A Kelly Cristina e a Gleidiana Amélia por toda a ajuda, apoio e amizade durante essa caminhada.

Aos amigos e parceiros da “Firma”: Me. Amélia, Profª Dra. Carolina, Dr. Wandemberg, Dra. Juana, Me. Michelle Siqueira, Leonardo Barros, Juliana de Paula, Adryanne Marjorie, Tobias Melo, Juliana Ferreira, Thamires Siqueira, Dr. Rafael de Paula, Dra. Maria Gabriela, Me. Marina Almeida, Prof. Dr. Cléber Thiago, Me. Jonas Gomes, Profª Dra. Stela Antas e João Gustavo;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para esta realização.

A todos, meu MUITO obrigado!

SUMÁRIO

	Página
Lista de tabelas	ix
Resumo geral	x
Abstract	xi
Considerações Iniciais.....	1
Capítulo 1 – Palma Orelha de Elefante Mexicana como uma opção na dieta de gado leiteiro mestiço.....	3
Resumo.....	4
Abstract.....	5
Introdução.....	6
Material e Métodos.....	7
Resultados e discussão.....	12
Conclusões.....	19
Referências Bibliográficas.....	20
Capítulo 2 – Perfil de ácidos graxos e qualidade nutricional da gordura do leite de vacas mestiças alimentadas com palma forrageira.....	25
Resumo.....	26
Abstract.....	27
Introdução.....	28
Material e Métodos.....	29
Resultados e Discussão.....	34
Conclusões.....	40
Referências Bibliográficas.....	41
Considerações Finais.....	46

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1 - Palma Orelha de Elefante Mexicana como uma opção na dieta de gado leiteiro mestiço

	Página
Tabela 1. Composição química dos alimentos.....	8
Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição química das dietas.....	9
Tabela 3. Ingestão e digestibilidade aparente de nutrientes	14
Tabela 4. Comportamento ingestivo	15
Tabela 5. Ingestão de nitrogênio, excreção fecal de nitrogênio, urina e leite e balanço de nitrogênio	16
Tabela 6. Parâmetros sanguíneos	16
Tabela 7. Nitrogênio amoniacal, pH, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e síntese de proteína microbiana.....	18
Tabela 8. Produção de leite, composição do leite, eficiência alimentar e ganho de peso.	19

Capítulo 2 - Perfil de ácidos graxos e qualidade nutricional da gordura do leite de vacas mestiças alimentadas com palma forrageira

Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	30
Tabela 2. Proporção dos ingredientes, composição química e perfil de ácidos graxos das dietas experimentais.....	31
Tabela 3. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com níveis de palma Orelha de Elefante Mexicana em substituição da palma Miúda.....	35
Tabela 4. Índices de atividade da enzima estearoil-CoA na gordura do leite de vacas alimentadas com níveis de substituição de palma Miúda por Orelha de Elefante Mexicana.....	39
Tabela 5. Índices de qualidade nutricional da gordura do leite de vacas alimentadas com níveis de palma Orelha de Elefante Mexicana em substituição da palma Miúda.....	40

SUBSTITUIÇÃO DE PALMA MIÚDA POR PALMA ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA PARA VACAS MESTIÇAS EM LACTAÇÃO

RESUMO GERAL

Um recurso forrageiro que há muito tempo é utilizado na nutrição de ruminantes, especialmente na bovinocultura leiteira, na região semiárida do Nordeste durante o período de estiagem é a palma, visto que as características morfofisiológicas das espécies da família *Cactaceae*, plantas de metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) conseguem suportar os rigores de clima e as especificidades físico-químicas dos solos do semiárido. Objetivou-se avaliar os efeitos da substituição de palma Miúda (MIU) por Orelha de Elefante Mexicana (OEM) na ingestão; digestibilidade de nutrientes; produção e composição do leite; comportamento alimentar; síntese de proteína microbiana; balanço de nitrogênio; parâmetros ruminais e sanguíneos; perfil de ácidos graxos; índices de atividades enzimática e índices nutricionais da gordura do leite de vacas Girolando. Dez vacas Girolando com $500 \pm 51,6$ kg de peso corporal foram distribuídas em quadrado latino duplo 5 x 5, distribuídas em cinco tratamentos experimentais que consistiram em diferentes proporções de substituição de MIU por OEM (0; 25; 50; 75 e 100%). A ingestão e a digestibilidade de matéria seca (MS); matéria orgânica (MO); proteína bruta; o teor de nutrientes digestíveis totais diminuíram linearmente com a substituição. Apesar da diminuição na ingestão e digestibilidade da MS, MO e PB, o suprimento de nutrientes foi suficiente para manter a produção média de leite em 12,5 kg/dia. A substituição de palma MIU por OEM proporcionou redução linear dos AGs C12:1 cis-9 + C:13:0 e o C14:0. O AG C15:0 *iso* aumentou linearmente e os AGs C15:0 *ante iso* e o C15:0 reduziram com as substituições. O AG C16:0 apresentou uma redução linear com as substituições de MIU por palma OEM. Os índices de atividade das enzimas SCD14, SCD16 e SCDRA não foram influenciadas. Entretanto, a enzima SCD18 reduziu a atividade com as substituições de MIU por OEM. A OEM reduziu o teor de alguns ácidos graxos saturados como o C16:0 e aumenta poli-insaturados como o C18:2. A OEM pode substituir 100% da MIL, em dietas com 48% de palma forrageira, para vacas em lactação mestiças com 12,5 kg/dia de produção de leite, promovendo o mesmo desempenho e sem alterar as características nutricionais dos ácidos graxos do leite.

Palavras-chave: composição do leite, produção de leite, semiárido, cactáceas

REPLACEMENT OF CACTUS PEAR MIUDA PER ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA IN DIETS FOR LACTATING COWS

ABSTRACT

A forage resource that has long been used to "sustain" dairy cattle in the northeastern semiarid region during the dry season is the palm, since the morphological characteristics of the species of the *Cactaceae*, CAM plants can withstand the rigors of climate and the physico-chemical specificities of the semi-arid soils. The objective of this study was to evaluate the effects of the replacement of Miúda by Orelha de Elefante Mexicana spineless cactus on nutrient intake, digestibility, milk yield and composition, ingestive behavior, microbial protein synthesis, nitrogen balance, ruminal and blood parameters, profile, production of fatty acids, enzymatic activity indexes and nutritional indexes of milk fat from Girolando cows. Ten Girolando cows 500 ± 51.6 kg of body weight were distributed in 5 x 5 double Latin square. The five experimental treatments consisted of different proportions of replacement of MIU by OEM (0; 25; 50; 75 and 100%). Intake and digestibility of dry matter, matter, crude protein and total digestible nutrients decreased linearly with substitution. Despite the decrease in intake and digestibility of DM, OM and CP, the nutrient supply was sufficient to maintain milk production of 12.5 kg/day. MIU palm replacements by OEM provided linear reduction of C12: 1 cis-9 + C: 13: 0 AG and C14: 0 AG ($P < 0.05$). AG C15: ISO increased linearly and the C15: 0 AGs before *iso* and C15: 0 reduced with the substitutions. AG C16: 0 showed a linear reduction with the PMD substitutions per OEM cactus pear. The activity indexes of the SCD14, SCD16 and SCDRA enzymes had no effect ($P > 0.05$). However, the enzyme SCD18 reduced activity with MIU substitutions by OEM. The Orelha de Elefante Mexicana cactus pear reduces some saturated fatty acids like C16: 0 and increases other polyunsaturated ones like C18: 2. The OEM can replace 100% of the MIU in diets with 48% of forage palm for crossbred dairy cows with 12.5 kg / day of milk production promoting the same performance and without impairing the nutritional characteristics of milk fatty acids.

Keywords: milk composition, milk yield, semiarid, *Cactaceae*

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em regiões semiáridas do nordeste brasileiro uma das poucas atividades econômicas viáveis é a bovinocultura de leite, na qual a alimentação do rebanho é caracterizada pela utilização de plantas forrageiras cultivadas e vegetação nativa, predominantemente a caatinga (fatos evidenciados devido às características estacionais a produção nesta região). Esse sistema de produção é caracterizado por pequenas propriedades e utilização de mão de obra familiar.

A palma forrageira apresenta-se como alimento essencial para manutenção da exploração pecuária, por possuir características adaptativas suportando o déficit hídrico. Possui alto conteúdo em carboidratos não fibrosos apresentando expressivo teor energético em relação a outras plantas forrageiras. Apresenta elevado teor de umidade que supre grande parte das necessidades de água pelos animais, característica de grande importância para a resolução de um dos maiores problemas na região. Entretanto, milhares de hectares têm sido dizimados pela infestação da cochonilha do carmim (*Dactylopius sp.*).

Durante a ocorrência da seca prolongada de 2012, houve grande demanda de recursos forrageiros externos pelos produtores e a utilização de elevadas quantidades de alimentos concentrados. Outro ponto relevante foi o completo desaparecimento da palma nas principais bacias leiteiras do estado de Pernambuco, quer seja pela pequena área plantada pelo produtor ou pela ação devastadora da cochonilha do carmim. Essa praga foi lentamente se expandindo pelos palmais, tendo neste período seco encontrado condições favoráveis, o que a dizimar milhares de hectares de palma. Um ponto a ser destacado é que em Pernambuco e na Paraíba, o principal genótipo de palma utilizado era a Gigante (*Opuntia ficus indica*– Mill), material altamente susceptível à praga. Mesmo existindo variedades resistentes a esta praga, a maioria dos produtores de leite não acreditaram nos prejuízos que ela poderia causar.

Em Alagoas, a palma mais utilizada é a miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dick), que é resistente à cochonilha do carmim e de valor nutritivo já bastante conhecido. O cultivo de variedades de palma resistentes a cochonilha do carmim, como a palma Miúda e a Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw), torna-

se a melhor alternativa estratégica no controle da praga e é apresentada como uma prática ecologicamente correta e assume grande importância na agricultura familiar, pois faz com que não seja necessária a utilização de produtos químicos, como pesticidas de alto custo e que poluem o meio ambiente contribuindo, desta forma, com a sustentabilidade do sistema de produção.

A palma Orelha de Elefante Mexicana, além da resistência a cochonilha do carmim, do ponto de vista agrônomo tem-se mostrado menos exigente em nutrientes, mais tolerante às condições de estresse hídrico e também tem apresentado maior produção de matéria seca por unidade de área, quando comparada à palma Miúda. Por essas virtudes, a palma Orelha de Elefante Mexicana já vem sendo difundida entre os produtores de leite de toda região semiárida, apesar do pouco conhecimento sobre o valor nutricional deste cultivo.

Diante do exposto, a hipótese do presente trabalho é que há um nível de substituição da palma Miúda por Orelha de Elefante Mexicana que não prejudique o desempenho produtivo nem a qualidade nutricional da gordura do leite de vacas Girolando alimentadas com dietas contendo 48% de palma na matéria seca da dieta.

CAPÍTULO 1

Palma Orelha de Elefante Mexicana como uma opção na dieta de gado leiteiro mestiço

Palma Orelha de Elefante Mexicana como uma opção na dieta de gado leiteiro mestiço

RESUMO

Objetivou-se avaliar a substituição de palma Miúda (*Nopalea cochenillifera*- MIU) por palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw - OEM) sobre a ingestão e digestibilidade de nutrientes; produção e composição do leite; comportamento alimentar; síntese proteica microbiana; balanço de nitrogênio e parâmetros sanguíneos e ruminais em vacas leiteiras. Dez vacas Girolando com $500 \pm 51,6$ kg de peso corporal foram distribuídas em quadrado latino, 5 x 5 duplo. Os cinco tratamentos experimentais consistiram em diferentes proporções de substituição de MIU por OEM (0; 25; 50; 75 e 100%). A ingestão e a digestibilidade da matéria seca (MS, 14,38-12,95 kg/dia, 716,3-658,9 g/kg), matéria orgânica (MO; 13,01-11,43 kg/dia, 747,8-704,8 g/kg), proteína bruta (PB; 2,02-1,61 kg/dia, 863,8-845,2 g/kg) e o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT; 9,38-7,92 kg/dia) diminuiram linearmente com a substituição. Apesar da diminuição na ingestão e na digestibilidade da MS, MO e PB, o suprimento de nutrientes foi suficiente para manter a produção média de leite de 12,5 kg/dia. O ganho médio diário de peso diminuiu linearmente com a substituição, e comportamento oposto foi verificado para a eficiência de síntese de proteína microbiana (PB microbiana g/Kg de NDT, 91,24 a 127,44 g/dia), que aumentou linearmente. Assim, a OEM pode substituir 100% da MIU em dietas com 48% de palma forrageira, para vacas em lactação mestiças com 12,5 kg/dia de produção de leite, promovendo o mesmo desempenho, aumentando a eficiência de proteína microbiana. Ou seja, a OEM constitui-se em uma nova opção viável para a produção de leite em sistemas de produção de leite em regiões semiáridas.

Palavras-chave: agricultura familiar, produção de leite, semiárido, cactáceas

Orelha de Elefante Mexicana spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of replacing Miúda spineless cactus (*Nopalea cochenillifera*; MIU) for *Orelha de Elefante Mexicana* spineless cactus (*Opuntia stricta* Haw; OEM) on nutrients intake and digestibility, milk yield and composition, feeding behavior, microbial protein synthesis, nitrogen balance and ruminal and blood parameters dairy cows. Ten Girolando cows 500 ± 0.18 kg of body weight were distributed in double Latin square design 5×5 . The five experimental treatments consisted in different replacement ratios of MIU for OEM (0; 25; 50; 75 and 100 %). The intake and the digestibility of dry matter (DM; 14.38 – 12.95 kg d⁻¹, 716.3 – 658.9 g d⁻¹), organic matter (OM; 13.01 – 11.43 kg d⁻¹, 747.8 – 704.8 g d⁻¹), crude protein (CP; 2.02 – 1.61 kg d⁻¹, 863.8 – 845.2 g d⁻¹) and total digestible nutrients (TDN; 9.38 – 7.92 kg d⁻¹) decreased linearly with the replacement. Despite the decrease in intake and digestibility of DM, OM and CP, the supply of nutrients was sufficient to maintain 12.5 kg d⁻¹ milk yield. The average daily weight gain decreased linearly with the replacement and the opposite pattern was verified for protein microbial efficiency (g microbial CP kg⁻¹ TDN intake; 91.24 to 127.44 g kg⁻¹), that increased linearly. Thus, OEM may replace 100 % of MIU in diets with 48 % of spineless cactus, for crossbred lactating cows with 12.5 kg d⁻¹ milk yield, promoting same performance, while increasing protein microbial efficiency. Thus, OEM is a viable new option for producing milk in smallholder livestock systems in semiarid regions.

Keyword: smallholder livestock system, milk yield, semiarid, cactus

INTRODUÇÃO

No Brasil, a agricultura familiar é responsável por produzir 70% dos alimentos consumidos no país e na produção de leite representa por 58% (MDA, 2015). Nesse sistema de pecuária, comum às regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, a produção de leite é uma das poucas atividades econômicas viáveis (Oliveira et al., 2016).

A palma é uma forragem essencial para a manutenção de gado nas regiões semiáridas brasileiras, pois possui características agrônômicas adaptativas que toleram o estresse hídrico, sendo base forrageira em dietas para ovinos, caprinos, bovinos de leite e bovinos de corte (Lins et al., 2016; Monteiro et al., 2014; Mahouachi et al., 2012, respectivamente). Possui um alto teor de carboidratos não-fibrosos e conseqüentemente conteúdo energético significativo em comparação a outras plantas forrageiras (Ben Salem, 2010; Siqueira et al., 2017). Contudo, milhares de hectares foram dizimados pela infestação da cochonilha do carmim (*Dactylopius* sp.) praga que se expandiu largamente através de áreas de palmais por encontrarem condições favoráveis durante o período seco, principalmente durante a prolongada seca de 2012 no nordeste do Brasil.

Durante anos o principal genótipo de palma forrageira utilizado era o Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), planta altamente suscetível a essa praga. Mesmo para as variedades existentes e resistentes a essa praga, a maioria dos produtores de leite não anteciparam o dano que a cochonilha do carmim causaria.

Outro genótipo amplamente utilizado é a Miúda (*Nopalea cochenillifera*), resistente a cochonilha e tem um valor nutricional bem conhecido. O cultivo de variedades de palmas resistentes é a melhor estratégia para controlar essa praga além de ser uma prática ambientalmente sustentável. Assim, é de grande importância para pequenos agricultores porque dispensa produtos químicos onerosos que poluem o meio ambiente, contribuindo para a sustentabilidade do sistema de produção. Genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim, enfatizando a Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw), apresentam produtividade de matéria seca maior que a Miúda (Lopes et al., 2010) e, embora o genótipo de Orelha já esteja espalhado entre produtores de leite em todas as regiões semiáridas do Brasil, o conhecimento sobre seu valor nutricional e desempenho animal ainda é limitado.

Assim, hipotetizou-se que a substituição de Miúda por palma Orelha de Elefante Mexicana não prejudica a ingestão e digestão de nutrientes e conseqüentemente, o desempenho de vacas em lactação.

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da substituição de palma Miúda por Orelha de Elefante Mexicana na ingestão; digestibilidade de nutrientes; rendimento e composição do leite; comportamento alimentar; síntese de proteína microbiana; balanço de nitrogênio e parâmetros ruminais e sanguíneos de vacas da raça Girolando em lactação.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais, delineamento e dietas

Os procedimentos desse trabalho foram conduzidos de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e aprovadas pelo Comitê de Ética em Uso de Animais para pesquisa (CEUA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Licença nº 033/2014).

O experimento foi realizado na estação experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco, localizado na cidade de Arcoverde, estado de Pernambuco (8 ° 25 '15 "S, 37 ° 3' 41" W e altitude 663 m), clima semiárido classificado como Bsh, de acordo com Köppen (1948).

Dez vacas multíparas Girolando (5/8 Holandês-Gir), com produção $13,36 \pm 2,27$ kg de leite/dia, 90 ± 30 dias de lactação e $500 \pm 51,6$ kg de peso corporal, foram distribuídas em delineamento quadrado latino duplo contemporâneo 5 x 5.

A pré-adaptação dos animais ao manejo e instalações foi de 21 dias. O período experimental teve duração de 105 dias, dividido em cinco períodos de 21 dias cada. Os primeiros 14 dias foram para a adaptação de animais às dietas, seguido de sete dias para coleta de dados e amostras. As vacas foram alojadas em baias individuais semicobertas de 24 m² equipadas com bebedouros e comedouros.

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com o NRC (2001) para vacas produzindo 12 kg de leite/dia com 4% de gordura (Tabelas 1 e 2). As dietas foram isoproteicas e formuladas para atender às exigências de proteína. A proporção de

volumoso: concentrado foi de 78:22. A alimentação foi fornecida *ad libitum* na forma de mistura total, dividida em duas refeições, às 7h00 e 16h00; permitindo 12% de sobras. As sobras foram pesadas diariamente antes da alimentação da manhã, para calcular a ingestão de matéria seca do dia anterior e ajustar o fornecimento. A composição química dos ingredientes, as proporções e a composição química das dietas experimentais com diferentes proporções de substituição de palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) por palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw) (0, 25, 50, 75, 100%) são mostrados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Composição química dos alimentos

Item	Silagem de cana	OEM	Miúda	Milho	Farelo de soja
Matéria seca ²	246,0	218,0	196,0	178,0	163,0
Matéria orgânica ³	894,7	881,2	929,2	984,4	935,1
Proteína bruta ³	19,8	60,0	33,8	89,1	484,7
Extrato etéreo ³	10,4	12,7	10,4	46,0	13,2
Fibra em detergente neutro ^{3*}	701,8	262,0	246,0	119,1	151,2
Fibra em detergente neutro indigestível ³	320,0	118,3	133,4	16,5	15,5
Carboidrato não-fibroso ³	162,7	547,3	639,0	730,2	286,0

¹OEM: Orelha de Elefante Mexicana; ^{*}Corrigido para cinzas e proteínas; ²g/kg de MN; ³g/kg de MS.

Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição química das dietas

Item	Níveis de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Ingredientes (g/kg de MS)					
Silagem de cana	300	300	300	300	300
Miúda	480	360	240	120	0
Orelha de Elefante Mexicana	0	120	240	360	480
Farelo de soja	203	193	183	173	163
Milho	0	9,4	21,5	29,6	38,4
Sal	5	5	5	5	5
Ureia/AS ¹	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Mineral	10	10	10	10	10
Composição química					
Matéria seca ²	392	384	379	370	361
Matéria orgânica ³	902	897	891	886	881
Proteína bruta ³	132	131	131	130	129
Extrato etéreo ³	10,8	11,4	12,0	12,6	13,1
Fibra em detergente neutro ³	357	359	361	363	365
Carboidratos não-fibrosos ³	408	402	394	387	381

¹ 9:1 relação ureia:sulfato de amônia (SA); ²g/kg de MN; ³g/kg de MS

Procedimentos experimentais, amostragens e análises químicas

O concentrado foi misturado no início do experimento. Uma amostra de cada alimento foi coletada durante esse processo. Ao longo do período de coleta foram realizadas pesagens e amostragens de silagem de cana-de-açúcar, palmas forrageiras, alimentos concentrados fornecidos e sobras de cada animal. Ao final de cada período de 21 dias foram preparadas amostras compostas por animal e armazenadas a -18° C para posterior análises químicas.

No final do experimento, as amostras foram descongeladas, pré-secas (55 ° C por 72 h) em estufa de circulação de ar forçado e moídas em moinho de faca do tipo Willey, com peneiras de porosidades de 1 mm e 2 mm.

O peso corporal (PC) de cada vaca foi registrado no início e no final de cada período experimental após a ordenha, para avaliação da variação de peso.

O comportamento alimentar das vacas foi avaliado a partir do décimo dia de cada período, em dois dias consecutivos (cada 5 min por 24 h), de acordo com o método de amostragem proposto por Martin e Baterson (2007). As eficiências alimentar e de ruminação em função da MS foram calculadas dividindo a ingestão pelo tempo total de alimentação (eficiência alimentar) ou tempo de ruminação (eficiência de ruminação).

Para estimar os coeficientes de digestibilidade aparente, a fibra em detergente neutro insolúvel (FDNi), obtida após 288 horas de incubação ruminal, foi utilizada como marcador interno (Valente et al., 2015). Foram analisadas amostras de alimento, sobras e fezes para determinar as concentrações de matéria seca (MS, método AOAC 934,01); matéria mineral (MM; método 942,05); proteína bruta (PB; método 990,13) e extrato de etéreo (EE; método 920,39), de acordo com a AOAC (2005). As concentrações de fibra em detergente neutro (FDN) e correções de cinzas seguiram os protocolos sugeridos por Van Soest (1994). O nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) foi analisado de acordo com Licitra et al. (1996). Os carboidratos não fibrosos foram calculados de acordo com Hall (2000) e a ingestão de nutrientes digestíveis totais (CNDT) foi calculada de acordo com Weiss et al. (1999).

As amostras fecais foram coletadas diretamente na ampola retal dos animais do 15º ao 19º dia de cada período experimental, em diferentes momentos após a alimentação (6h00; 8h00; 10h00; 12h00; 14h00). Em seguida, as amostras foram congeladas e armazenadas a -18 ° C para posterior pré-secagem em estufa de circulação de ar forçado (55 ° C por 72 h) e moagem em moinhos de faca do tipo Willey, em peneiras de 1 mm e 2 mm.

As amostras de leite foram coletadas no 18º e 19º dias, diretamente dos coletores da máquina de ordenha, pela manhã e à tarde, às 6h00 e 15h00, durante cada período experimental para análises de proteínas, gorduras, lactose, sólidos totais e ureia, de acordo com os métodos propostos pela ISO 9622 / IDF141C (2013). Uma alíquota foi coletada para análise de alantoína. Os valores de produção do leite foram ajustados para 4% de gordura de acordo com o NRC (2001).

As amostras de sangue foram coletadas no 21º dia 4 h após a alimentação matinal, na veia coccígea. As mesmas foram armazenadas em dois tubos, um contendo anticoagulante (EDTA) e o outro contendo fluoreto de sódio. Após as coletas, as amostras de sangue foram imediatamente centrifugadas a 2,700 rpm durante 20 min. Já

as amostras de plasma foram congeladas a -18°C para análise subsequente das concentrações de nitrogênio ureico; glicose; beta-hidroxibutirato e ácidos não esterificados. As amostras foram analisadas utilizando kits de sistemas colorimétricos comerciais (Diagnostic abtest® SA).

Amostras *spot* de urina foram obtidas no 21º dia de cada período experimental, imediatamente após a coleta de sangue, e 4 h após o primeiro fornecimento diário de ração (Chizzotti et al., 2008). A urina foi filtrada e uma alíquota de 10 mL foi imediatamente diluída em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036 N e armazenada a -20°C para análises posteriores de alantoína (Chen e Gomes, 1992) e ácido úrico (George et al., 2006). A creatinina, a ureia e o ácido úrico foram analisados utilizando-se kits colorimétricos comerciais (Labtest Diagnóstica® SA).

A excreção urinária diária foi estimada a partir da proposição da excreção creatinina de 24,05 mg kg/dia de peso corporal (Chizzotti et al., 2008). A produção microbiana foi calculada de acordo com Chen e Gomes (1992), considerando a recuperação de purinas absorvidas de 0,85 e a contribuição de excreção endógena de purina conforme recomendado por Gonzalez-Ronquillo et al. (2003).

As amostras de conteúdo ruminal foram coletadas no 21º dia usando uma sonda esofágica, de acordo com a metodologia proposta por Duffield et al. (2004). A coleta foi realizada quatro horas após a primeira alimentação, utilizando-se uma mangueira flexível e uma bomba a vácuo. Entre as coletas, a mangueira foi lavada e lubrificada com vaselina nos primeiros 30 cm. Foram coletados 200 mL de líquido ruminal, por animal, filtrado usando gaze, posteriormente o pH foi medido com um potenciômetro portátil (Kasvi) imediatamente após a coleta, o líquido foi congelado para análises posteriores. As análises de ácidos graxos de cadeia curta foram realizadas utilizando cromatografia gasosa (FINNIGAN 9001, EUA). Aproximadamente 50 mL de fluido ruminal foram acidificados com 1 mL de ácido sulfúrico 1:1 para subsequente análise de N-NH₃. As amostras foram armazenadas a -15°C . O N-NH₃ foi analisado por destilação de Kjeldahl de acordo com o AOAC (2005).

O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtido pela diferença entre a ingestão total de nitrogênio (N_{ing}) e o nitrogênio total excretado nas fezes (N_{fezes}), urina (N_{urina}) e leite (N_{leite}). O cálculo da eficiência do uso de nitrogênio foi

realizado dividindo o N leite total médio (g/d) pela ingestão de nitrogênio (g/d), de acordo com o método proposto por Broderick (2003).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão utilizando o procedimento PROC MIXED do programa estatístico SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA), adotando 5% como nível de significância para o erro de tipo I, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + Q_j + P_k + A_l + (A/Q)_{lj} + T^*Q_{ij} + \varepsilon_{ijkl}$$

onde: Y_{ijkl} = observação $ijkl$; μ = média geral; T_i = efeito fixo do tratamento i ; Q_j = efeito fixo do quadrado j ; P_k = efeito fixo do período k ; $(A/Q)_{lj}$ = efeito aleatório do animal l dentro do quadrado j ; T^*Q_{ij} = efeito fixo da interação tratamento i e quadrado j ; ε_{ijkl} = erro aleatório com média 0 e variância σ^2 .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A palma Miúda apresentou maiores valores de MS (+67%), MO (+5,5%) e CNF (+16%) do que a palma Orelha de Elefante Mexicana (Tabela 1). No entanto, as dietas tinham uma composição química similar (Tabela 2). De acordo com Ferreira et al. (2009), a palma forrageira, independentemente do genótipo, possui baixos teores de MS ($12 \pm 2,5\%$); PB ($5 \pm 1\%$) e FDN ($27 \pm 5\%$). No entanto, tem níveis consideráveis de CNF ($58,5 \pm 8\%$) e MM ($12 \pm 5\%$).

O maior teor de MS da MIU, em relação ao genótipo OEM (+67%), é uma característica intrínseca ao genótipo, essa característica fez com que o volume de matéria natural (MN) nas dietas com níveis mais elevados de OEM fosse superior ao volume com MIU, uma vez que os genótipos de palmas utilizados consistiam em 48% da MS da dieta.

Neste estudo, a ingestão de MN foi de 58,48; 64,79; 70,66; 77,45 e 79,23 kg/dia a 0; 25; 50; 75 e 100% de substituição da MIU por OEM, respectivamente, e a MS dietética diminuiu de 24,59 para 16,34 com a substituição da MIU por OEM. Isso pode ter levado a uma menor ingestão de MS (Tabela 3) ao utilizar a OEM; devido a

distensão ruminal e ocorreu uma maior ingestão de MS da MIU. O baixo teor de MS resulta na ingestão de maiores quantidades de MN pelos animais. De acordo com Gebremariam et al. (2006), grande quantidade de palma forrageira pode limitar a ingestão de MS porque contém um alto teor de umidade.

Durante este estudo, observou-se que os animais que receberam dietas experimentais exclusivamente com MIU ou com altos níveis de MIU mostraram maior voracidade no consumo de alimento. O maior teor de carboidratos contido na MIU poderia proporcionar uma alta aceitação (Santos et al., 2001; Ferreira et al., 2012), o que, possivelmente, explique a alta ingestão de MS e NDT das dietas com níveis mais elevados de MIU.

De acordo com o NRC (2001), as dietas atendiam adequadamente aos requisitos nutricionais de vacas (500 kg de PC) produzindo 12 kg de leite com 4% de gordura com consumos estimados em 14,14; 1,74 e 7,6 kg/dia de MS, PB e NDT, respectivamente.

Houve maior ganho de peso médio diário dos animais com maiores proporções de MIU nas dietas (Tabela 8). De acordo com dados apresentados por Ferreira et al. (2012), com 44% de palma forrageira na dieta de vacas em lactação, a ingestão de MS foi maior (+2,55 kg) com 14,96 kg/dia com MIU e 12,11 kg/dia com OEM. As ingestões de PB foi de 2,18 vs 1,90; CT foi de 10,65 versus 8,64; CNF foi de 5,08 versus 3,72 e NDT foi de 9,51 vs 7,25 kg/dia, respectivamente, para a MIU e a OEM. Os dados corroboram com os apresentados neste estudo (Tabela 3).

As ingestões de MS, MO, PB e NDT diminuíram linearmente com a substituição de MIU por OEM (Tabela 3; $p < 0,05$). As digestibilidades de MS, MO e PB diminuiu linearmente com a inclusão de OEM (Tabela 3; $p < 0,05$).

O maior teor de MS e o conteúdo MO da MIL, em comparação com a OEM, forneceram uma quantidade maior de MO fermentável no rúmen, particularmente devido ao alto teor de CNF (MIU: 64% e OEM: 55%). A digestibilidade de MS, MO e PB melhorou à medida que a proporção de MIU na dieta aumentou. Assim, a diminuição linear na ingestão de MS dentro dos níveis de OEM resultou em uma diminuição na digestibilidade aparente de MS, MO e PB. O alto conteúdo da CNF da palma forrageira é uma qualidade nutricional importante, que atua como determinante da rápida degradação observada nas cactáceas, resultando em liberação de elevada energia no rúmen (Ben Salem et al., 2002; Batista et al., 2003).

Tabela 3. Ingestão de nutrientes e digestibilidade aparente em função dos níveis de substituições de palma MIU por OEM

Item	Níveis de substituição (%)					EPM	p-valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
<i>Ingestão, kg/dia</i>								
Matéria seca ¹	14,38	14,12	13,92	13,84	12,95	0,541	0,007	0,381
Matéria orgânica ²	13,01	12,67	12,45	12,33	11,43	0,501	0,002	0,811
Proteína bruta ³	2,02	2,06	1,91	1,80	1,61	0,079	<0,001	0,085
Fibra em detergente neutro ⁴	3,79	3,71	3,82	3,88	3,71	0,200	0,990	0,705
Nutrientes digestíveis totais ⁵	9,38	9,05	8,98	8,83	7,92	0,451	0,003	0,284
<i>Ingestão diária, g/kg PC</i>								
Matéria seca	28,3	28,6	28,5	29,1	26,4	0,120	0,511	0,320
Fibra em detergente neutro ⁴	7,5	7,5	7,8	8,2	7,6	0,046	0,880	0,721
<i>Digestibilidade aparente, g/kg</i>								
Matéria seca ⁶	716,3	705,2	679,8	671,4	658,9	1,264	<0,001	0,706
Matéria orgânica ⁷	747,8	741,1	724,8	723,9	704,8	1,209	<0,001	0,783
Proteína bruta ⁸	863,8	871,5	858,8	845,2	845,2	1,185	0,039	0,641
Fibra em detergente neutro	529,7	531,4	506,9	519,2	495,5	2,268	0,120	0,817

EPM- erro padrão médio; L - linear; Q - quadrático; PC- peso corporal. ⁴Corrigido para cinzas e proteínas. (¹ $\hat{y} = 14,4696 - 0,012568x$); (² $\hat{y} = 2,093 - 0,004240x$); (³ $\hat{y} = 9,4562 - 0,01248x$); (⁴ $\hat{y} = 716,4 - 0,059444x$); (⁵ $\hat{y} = 749,108 - 0,04126x$); (⁶ $\hat{y} = 869,634 - 0,025456x$).

O comportamento alimentar não foi alterado em função da substituição (Tabela 4; $p > 0,05$). No entanto, os animais que consumiram as dietas com maiores níveis de substituição de palma MIU por OEM, mesmo com menor consumo de MS, dispenderam o mesmo tempo se alimentando e ruminando, indicando que passaram parte do tempo tentando selecionar o concentrado aderido na palma.

Tabela 4. Comportamento ingestivo de vacas mestiças em função dos níveis de substituições de palma MIU por OEM.

Item	Níveis de substituição (%)					EPM	p-valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
Tempo, min/dia								
Alimentação	324	323	311	325	317	0,230	0,695	0,707
Ruminação	459	466	469	464	455	0,421	0,837	0,430
Ócio	657	651	660	651	668	0,411	0,757	0,704
Eficiência, kg de MS/h								
Alimentação	2,66	2,62	2,68	2,55	2,45	0,180	0,114	0,281
Ruminação	1,88	1,81	1,79	1,79	1,71	0,032	0,697	0,661

EPM- erro padrão médio; L - linear; Q - quadrático;

As concentrações de N na urina e no leite diminuíram linearmente e a eficiência de utilização de N aumentou linearmente com a substituição da MIU por OEM (Tabela 5; $p < 0,05$).

A ingestão de PB e, conseqüentemente, a ingestão de N, está ligada à ingestão de MS porque houve diminuição linear na ingestão de MS, PB e N, resultando em uma diminuição da excreção de N por meio da urina e do leite. De acordo com Santos et al. (2010), a ingestão de N parece estar associada à ingestão de MS. Além disso, a similaridade dos conteúdos de PB entre as dietas refletiu significativamente na ingestão de N.

A eficiência de conversão de alimentação em N do leite mostrou resultados consistentes com a ingestão de MS, PB e N. A redução da ingestão proporcionou aumento na eficiência de conversão quando a OEM foi elevada nas dietas. Não são claramente conhecidos os limites da conversão de N de alimentação N no leite.

Tabela 5. Ingestão de nitrogênio, excreção de nitrogênio fecal, urinário e leite e balanço de nitrogênio de vacas em lactação.

Item	Níveis de substituição (%)					EPM	p-valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
N ingerido, g/d ¹	322,61	328,96	306,04	288,45	258,22	12,72	<0,001	0,698
N-fecal, g/d	62,83	62,10	64,65	62,73	68,29	3,95	0,248	0,410
N-urinário, g/dia ²	112,54	97,39	97,37	78,30	61,70	8,818	0,010	0,056
N-leite, g/d ³	66,58	66,40	65,89	61,58	61,43	3,338	0,018	0,079
N balanço, g/d	80,66	103,06	78,13	85,83	66,82	10,02	0,059	0,181
Eficiência de N ⁴	0,207	0,203	0,217	0,218	0,244	0,012	0,002	0,324

EPM- erro padrão médio; L - linear; Q - quadrático; ¹N: nitrogênio, (¹ $\hat{y} = 334,7152 - 0,677164x$); (² $\hat{y} = 113,61 - 0,483072x$); (³ $\hat{y} = 67,4034 - 0,060544x$); (⁴ $\hat{y} = 0,2 + 0,0001x$),

Os ácidos graxos não esterificados (NEFA), beta-hidroxibutirato (BHB) e glicose no plasma não variaram entre as dietas (Tabela 6; $p > 0,05$); no entanto, o N ureico no plasma (NUP) diminuiu linearmente de acordo com a substituição de MIU por OEM (Tabela 6; $p < 0,05$).

O comportamento observado para a concentração de NUP está de acordo com a ingestão de PB e N, que também diminuíram linearmente na medida em que a OEM foi incrementada na dieta. De acordo com Oliveira et al. (2001), as concentrações de NUP acima de 19 mg/dL representam o limite para a perda de N na dieta. Neste estudo, a dieta com MIU apenas teve 19,59 mg/dL NUP e sua concentração diminuiu linearmente com o aumento do conteúdo de OEM. De modo geral, não excedeu o valor recomendado, indicando que não houve excesso de proteína na dieta.

Tabela 6. Parâmetros sanguíneos de vacas em lactação.

Item	Níveis de substituição					EPM	p-valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
NUP ¹ , mg/dL	19,59	19,0	18,27	18,30	16,12	2,98	0,044	0,562
AGNE ² , mmol/L	0,28	0,32	0,31	0,31	0,38	0,088	0,216	0,744
BHB ³ , mmol/L	0,73	0,74	0,79	0,79	0,62	0,063	0,316	0,061
Glicose ⁴ , mg/dL	56,12	55,08	56,91	55,79	55,26	1,816	0,815	0,704

EPM- erro padrão médio; L - linear; Q - quadrático; ¹NUP- nitrogênio ureico no plasma; ²AGNE- ácidos graxos não-esterificados; ³BHB - beta-hidroxibutirato. (¹ $\hat{y} = 19,7824 - 0,064624x$),

As concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no fluido ruminal; pH do rúmen; acetato, propionato e butirato e a relação acetato: propionato não foram alterados pelas substituições, bem como, o nitrogênio microbiano ($p > 0,05$). A substituição da MIU por OEM elevou linearmente a eficiência de síntese de proteína microbiana (Tabela 7; $p < 0,05$).

Os valores médios de pH do líquido ruminal, obtidos na substituição da MIU por OEM, foram próximos aos valores médios considerados normais. De acordo com Van Soest (1994), a atividade normal das bactérias celulolíticas ocorre em pH 6,2-7,2. O crescimento destes microrganismos é ótimo em pH 6,7, o que é comparável ao pH médio observado no presente estudo (pH 6,8).

Os resultados indicam que o aumento dos níveis de OEM nas dietas não foi um fator limitante para a síntese de proteína microbiana, resultando em uma produção de 865-972g/dia de PB microbiana com as substituições. No entanto, esses níveis proporcionaram uma maior eficiência microbiana (g Pmic por kg de NDT ingerido), de 91,24 a 127,44 g, em resposta à menor ingestão de NDT observado com maiores proporções de OEM.

A disponibilidade de N e energia no rúmen é o principal fator que limita o crescimento microbiano. De acordo com Broderick (2003), existe uma inter-relação complexa entre a proteína dietética e a quantidade de energia utilizada pelos ruminantes. Com a inclusão de OEM, foram adicionadas pequenas quantidades de milho (0; 0,94; 2,15; 2,96 e 3,84% na MS da dieta) para equilibrar a PB das dietas. Deste modo, o milho contribuiu para a melhoria da proporção de proteínas e a energia das dietas utilizando esta cultivar. Neste contexto, não houve limitações de energia e proteína no rúmen.

De acordo com o NRC (2001), o valor de referência para a eficiência e síntese de proteína microbiana é 130 g de proteína microbiana por kg de NDT. No entanto, sob condições tropicais, de acordo com Pina et al. (2010), o valor de referência é 120 g de proteína microbiana por kg de NDT. Neste estudo, o valor de referência, recomendado pelos citados autores, correspondeu à dieta experimental que apresentou o maior nível de substituição de MIU para OEM.

Tabela 7. Nitrogênio amoniacal, pH, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e síntese de proteína microbiana de vacas mestiças em função dos níveis de substituições de palma MIU por OEM.

Item	Níveis de substituição (%)					EPM	p-valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
Nitrogênio amoniacal, mg/dL	8,59	9,01	8,28	9,74	7,39	1,361	0,713	0,530
pH	6,68	6,84	6,88	6,83	7,03	0,110	0,066	0,974
Ácido acético, mmol/mL	61,91	41,84	63,67	49,78	51,89	8,726	0,566	0,910
Ácido propiônico, mmol/mL	35,64	25,71	34,57	30,69	29,14	4,683	0,577	0,816
Ácido butírico, mmol/mL	16,48	14,67	17,14	16,71	13,72	2,672	0,681	0,598
Acético:propiônico	1,67	1,78	1,80	1,61	1,87	0,124	0,972	0,723
<i>Síntese de proteína microbiana</i>								
N microbiano, g/d	138,35	152,17	153,46	143,84	155,54	15,27	0,530	0,757
Proteína microbiana, g/d	864,69	951,08	959,15	899,02	972,14	95,42	0,530	0,757
Eficiência microbiana ¹ , g PBmic/kg ingestão de NDT	91,24	105,93	108,13	102,81	127,44	10,96	0,034	0,739

EPM: erro padrão médio; L - linear; Q - quadrático; ¹PBmic: proteína microbiana, ($\hat{y} = 93,254 + 0,277132x$),

A produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 4% de gordura (PLC), gordura, sólidos totais (ST), proteína, lactose, caseína, extrato seco desengordurado (ESD), ureia e eficiência alimentar (EA) ($P > 0,05$) não foram alterados pelas substituições, O aumento peso médio diário diminuiu linearmente com as substituições (Tabela 8; $P < 0,05$).

O equilíbrio entre os requerimentos e o potencial de produção dos animais não causou diferenças na produção de leite. No entanto, a dieta experimental com MIU satisfaz os requisitos além do necessário, com alta ingestão de MS e NDT. Isso pode ser importante em situações em que os animais estão em balanço energético negativo; conseqüentemente, pode contribuir para a recuperação da condição corporal, como evidenciado pelo maior ganho de peso médio diário para animais que receberam maiores proporções de MIU.

Tabela 8. Produção de leite, composição do leite, eficiência alimentar e ganho em vacas mestiças em função dos níveis de substituições de palma MIU por OEM.

Item	Níveis de substituição (%)					EPM	p-valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
Produção de leite, kg/d	12,50	12,67	12,97	12,15	12,10	0,802	0,149	0,151
Produção de leite corrigida para 4% de gordura, kg/d	11,91	12,03	12,24	11,45	11,52	0,677	0,247	0,437
Gordura, g/100g	3,70	3,67	3,65	3,72	3,73	0,153	0,834	0,771
Proteína, g/100g	3,46	3,39	3,27	3,29	3,30	0,136	0,011	0,126
Lactose, g/100g	4,31	4,39	4,456	4,412	4,438	0,082	0,093	0,083
Sólidos totais, g/100g	12,50	12,82	12,44	12,43	12,76	0,419	0,853	0,633
Extrato seco desengordurado, g/100g	8,76	8,79	8,72	8,69	8,74	0,139	0,565	0,763
Ureia, mg/dL	13,97	16,71	14,70	12,29	13,53	1,348	0,083	0,339
Caseína, g/100g	2,69	2,62	2,50	2,52	2,53	0,116	0,005	0,080
Eficiência alimentar, kg IMS/kg PLC	0,83	0,85	0,88	0,83	0,89	0,069	0,118	0,256
<i>Ganho de peso, g/d</i>								
Ganho de peso diário ¹	693,0	659,0	667,0	444,0	393,0	0,178	<0,001	0,116

EPM- erro padrão médio; L - linear; Q - quadrático; IMS- ingestão de MS
¹ $\hat{y} = 734,2 - 3,26x$

O uso exclusivo de palma gigante pelos agricultores das principais áreas produtoras de leite no Nordeste do Brasil pode ser considerado uma monocultura, o que provocou consequências sociais e ambientais desastrosas. Os resultados discutidos acima mostraram a possibilidade de usar mais de um genótipo de palma, ajudando a reduzir o risco de falha na colheita. O genótipo testado é uma nova opção de forragem para a produção de leite para agricultura familiar nas regiões semiáridas, fornecendo diversificação na agricultura.

CONCLUSÃO

É possível substituir 100% do genótipo de palma Miúda pelo de Orelha de Elefante Mexicana em dietas para vacas mestiças em lactação com 48% de palma na matéria seca na dieta produzindo 12,5 kg de leite/dia sem comprometer o desempenho produtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC, **Official methods of analysis**, 18th ed, AOAC International, Gaithersburg, Maryland, 2005.

BATISTA, A. M. V.; MUSTAFA, A. F.; SANTOS, G. R. A.; DE CARVALHO, F. F. R.; DUBEUX JR, J. C.B.; LIRA, M. A.; BARBOSA, S. B. P. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 189, p. 123-126, 2003.

BEN SALEM, H. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 337-347, 2010.

BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; BEN SALEM, L. Nitrogen supplementation improves the nutritive value of *Opuntia ficus-indica* F, *inermis* – based diets and sheep growth. **Acta Horticulturae**, v. 581, p. 317-321, 2002.

BRODERICK, G. A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 86, p. 1370-138, 2003.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details, International Feed Research Unit, **Rowett Research Institute**, Aberdeen, UK, 1992.

CHIZZOTTI, M, L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v. 113, p. 218-225, 2008.

DUFFIELD, T.; PLAIZIER, J. C.; FAIRFIELD, A.; BAGG, R.; VESSIE, G.; DICK, P.; WILSON, J.; ARAMINI, J.; MCBRIDE, B. Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.87, p.59–66, 2004.

FERREIRA, M. A.; BISPO, S. V.; ROCHA FILHO, R. R.; URBANO, S. A.; COSTA, C. T. F. The use of cactus as forage for dairy cows in semi-arid regions of Brazil, P,1-22, In: Konvalina, P. (ed). **Organic Farming and Food Production**, In Tech. South Bohemia, EUA, 2012.

GEBREMARIAM, T.; MELAKU, S.; YAMI, A. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragros tistef*) straw-based feeding of sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, p. 43-52, 2006.

GEORGE, S. K.; DIPU, M. T.; MEHRA, U. R.; SINGH, P.; VERMA, A. K.; RAMGAOKAR, J. S. Improved HPLC method for the simultaneous determination of allantoin, uric acid and creatinine in cattle urine. **Journal of Chromatography**, v. 832, p. 134-137, 2006.

GONZÁLEZ-RONQUILLO, M.; BALCELLS, J.; GUADA, J. A. Purine derivative excretion in dairy cows: Endogenous excretion and the effect of exogenous nucleic acid supply. **Journal Dairy Science**, v. 86, p. 1282-1291, 2003.

HALL, M. B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates**, Nutritional relevance and analysis. Gainesville: University of Florida, USA, 2000.

ISO 9622/IDF141C. **Determination of milk fat, protein and lactose content: Guidance on the operation of mid-infrared instruments**, Bruxelles, BEL, 2013.

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

LINS, S. E. B.; PESSOA, R. A. S.; FERREIRA, M. A.; CAMPOS, J. M. S.; SILVA, J. A. B. A.; SILVA, J. L.; SANTOS, S. A.; MELO, T. T. B. Spineless cactus as a

replacement for wheat bran in sugar cane-based diets for sheep: intake, digestibility, and ruminal parameters. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, p. 26-31, 2016.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; ALBUQUERQUE, I. C.; BATISTA, J. L. **Selection of cactus pear forage (*Opuntia spp.*) and (*Nopalea spp.*) genotypes resistant to the carmine cochineal (*Dactylopius opuntia* Cockerell, 1929) in the state of Paraíba, Brazil, Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal- Pesquisa e Tecnologia v. 7, p. 204-215, 2010.**

MAHOUACHI, M. N. A. T. T. I. H.; HAJJI, Use of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* F, *Inermis*) for dairy goats and growing kids: Impacts on milk production, kid's growth, and meat quality. **Scientific World Journal**, 321567ID, 2012.

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring Behavior: an introductory guide**, 3th ed. Cambridge, Cambridge, UK, 2007.

MDA, 2014, **ONU Reinforces the importance of family farming to the world**, Ministério da Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário (MDA), Brasília, Brazil, Available at <http://www4.planalto.gov.br/consea/comunicacao/noticias/2014/onu-reforca-a-importancia-da-agricultura-familiar-para-o-mundo> (Accessed Jan 15, 2017).

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

MONTEIRO, C. C. F.; MELO, A. A. S.; FERREIRA, M. A.; CAMPOS, J. M. S.; SOUZA, J. S. R.; SILVA, E. T. S. ANDRADE, RPX., SILVA, EC, Replacement of wheat bran with spineless cactus *Opuntia ficus indica* Mill cv, Gigante) and urea in the diets of Holstein x Gyr heifers. **Tropical Animal Health Production**, v. 46, p. 1149-1154, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**, 7th ed. NRC Academic Science, Washington, DC, USA, 2001.

OLIVEIRA, M. C.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, A. S.; FERREIRA, M. A.; MELO, A. A. S. Benchmarks for milk production systems in the Pernambuco Agreste region, northeastern Brazil. **Revista Caatinga**, v. 29, p. 725 – 734, 2016.

OLIVEIRA, M. D. S.; CASAGRANDE, A. A. OLIVEIRA, EFS, Effect of in vitro digestibility of sugarcane varieties on their value as feed for cattle. **ARS Veterinária**, v. 17, p. 238-243, 2001.

PINA, D. S.; VALADARES, R. F. D; VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, M. L. **Rumen degradation of food protein and microbial protein synthesis**, In: Valadares Filho, SC., Marcondes, MI., Chizzotti, M.L., Paulino, P,V,R, eds, Nutrient Requirements of Zebu Beef Cattle - BR-Corte, Suprema, Visconde do Rio Branco, MG, BR, p, 13-46, 2010.

SANTOS, S. A.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA, S. M; SANTIAGO, A. M. F. Nitrogen use efficiency of growing dairy heifers fed concentrate rations based on soybean or cottonseed meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1135-1140, 2010.

SIQUEIRA, M. C. B.; FERREIRA, M. A.; MONNERAT, J. P. I. DOS S.; SILVA, J DE L.; COSTA, C. T. F.; CONCEIÇÃO, M. G. DA; ANDRADE, R. DE PX.; BARROS, L. J. A.; MELO, T. T. B. Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and partial digestibility, fiber dynamics and ruminal parameters. **Animal Feed Science and Technology**, v. 226, p. 56-64, 2017.

VALENTE, T. N. P.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C. B. Review: Recent advances in evaluation of bags made from different textiles used in situ ruminal degradation, **Can. Journal Animal Science**, v. 95, p. 493-498, 2015.

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

Weiss, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. Proceedings of Cornell Nutrition Conference for Feed Manufactures, Cornell University, Ithaca, Brazil, 1999.

CAPÍTULO 2

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E QUALIDADE NUTRICIONAL DA
GORDURA DO LEITE DE VACAS MISTIÇAS ALIMENTADAS COM PALMA
FORRAGEIRA**

Perfil de ácidos graxos e qualidade nutricional da gordura do leite de vacas mestiças alimentadas com palma forrageira

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da substituição da palma Miúda pela palma Orelha de Elefante Mexicana sobre o perfil de ácidos graxos, índices de atividades enzimática e índices nutricionais da gordura do leite de vacas Girolando. Dez vacas multíparas Girolando (5/8 Holandês x Gir), aos 90 ± 30 dias de lactação com média de $500 \pm 51,6$ kg de peso corporal (PC) foram distribuídas em dois quadrados Latinos 5 x 5. As dietas testadas foram constituídas por níveis de substituição de palma Miúda (MIU) (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) por palma Orelha de Elefante Mexicana (OEM) (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw) (0; 25; 50; 75 e 100% com base na matéria seca). O somatório dos ácidos graxos (AG) saturados de cadeia curta $\sum C4:0+C6:0+C8:0+C10:0$ e somatório dos AGs saturados de cadeia média $\sum C12:0+C14:0+C16:0$, bem como estes individualmente, reduziram linearmente em função da substituição da palma MIU pela OEM. As concentrações dos AGs de cadeia impar linear (AGCIL) e cadeia impar ramificada (AGCIR) diminuíram linearmente com a maior inclusão de OEM nas dietas. Houve aumento linear dos AGs C18:0 (esteárico), C18:1 *trans*-6 *trans*-8, C18:1 *trans*-9, C18:1 *trans*-10, C18:1 *trans*-11, C18:1 *trans*-12 com as substituições. Os índices de atividade da enzima Δ^9 - dessaturase (SCD-1), SCD14, SCD16 e SCDRA não foram alterados em função da substituição da palma MIU pela OEM ($p>0,05$). Entretanto, a enzima SCD18 apresentou redução em sua atividade. Os índices de aterogenicidade (IA), trombogenicidade (IT) e a relação hipo:hipercolesterolêmicos (h/H) apresentaram comportamento quadrático com a substituição da palma MIU pela OEM. A palma Orelha de Elefante Mexicana pode substituir totalmente a palma Miúda sem prejudicar as características nutricionais da gordura do leite de vacas mestiças com produção média de 12,5 kg/dia.

Palavras-chave: qualidade da gordura do leite, composição do leite, semiárido, cactáceas

Fatty acids profile and milk fat quality of crossbred cows fed spineless cactus

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of the substitution of the Miúda spineless cactus for Orelha de Elefante Mexicana on the profile, production of fatty acids, enzymatic activity indexes and nutritional indexes of Girolando cow's milk fat. Ten Girolando multiparous cows (5/8 Holstein x Gyr) in 90 ± 30 days of lactation with a mean of $500 \pm 51,6$ kg of body weight (CP) were distributed in two 5 x 5 Latin squares. The diets tested were constituted by substitution levels of (OEM) (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw) (0, 25, 50, 75 and 100% based on dry matter). The sum of short chain saturated fatty acids $\Sigma C4: 0 + C6: 0 + C8: 0 + C10: 0$ and sum of the medium chain saturated $\Sigma C12:0 + C14: 0 + C16:0$ as well as these individually, Reduced linearly as a function of the replacement of the MIU palm by the OEM. Concentrations of linear odd chain AGCs and branched odd strand decreased linearly with the higher inclusion of OEM in diets. There was a linear increase of C18: 0 (stearic), C18: 1 trans-8 trans-8, C18: 1 trans-9, C18: 1 trans-10, C18: 1 trans-11, C18:0. The activity indexes of the enzyme $\Delta 9$ - desaturase (SCD-1), SCD14, SCD16 and SCDRA were not altered as a function of the replacement of the MIU palm by the OEM. However, the enzyme SCD18 presented a reduction in its activity. The atherogenicity (AI), thrombogenicity (IT) and hypo:hypercholesterolemic (h/H) rates presented a quadratic behavior with the replacement of the MIU palm by the OEM. The spineless cactus Orelha Elefante Mexicana can totally or partially replace the Small Palm without impairing the nutritional characteristics of the milk fatty acids of crossbred cows with a mean production of 12,5 kg/day.

Keywords: milk fat quality, milk composition, semiarid, cactus

INTRODUÇÃO

A gordura presente nos alimentos é um componente de grande preocupação na dieta humana, estando relacionada à prejuízos à saúde. A gordura saturada está relacionada com o aumento do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (SANTOS et al., 2013). Nesse sentido, existe forte pressão do mercado consumidor para produtos de origem animal mais saudáveis e que possuam efeitos benéficos a saúde, os chamados alimentos nutraceuticos.

O leite de vaca é um dos alimentos mais consumidos no mundo, e por apresentar em média 3,8% de gordura (Blowey, 1992) das quais cerca de 70% estão na forma saturada (Lindmark, 2008), tem sido foco de diversos estudos acerca do perfil de ácidos graxos e da qualidade da gordura. Contudo, a gordura do leite de ruminantes possui, naturalmente, ácidos graxos benéficos, especialmente os CLAs que proporcionam benefícios à saúde humana, tais como: propriedades anticarcinogênicas, anti-diabetogênicas, antiaterogênicas do ácido rumênico (CLA *cis*-9 *trans*-11), antiobesidade, anti-aterosclerose, imunomodulação e melhora na formação óssea (Benjamin e Spener, 2009). O ácido α -linolênico (C18:3 *cis*-9 *cis*-12 *cis*-15) e essencial ao metabolismo humano, é precursor de outros AG da família ω -3, aos quais se atribuem propriedades cardioprotetoras e anti-inflamatórias. As alegações de benefícios a saúde provêm em grande parte de estudos que comparam o risco de doença em populações que tradicionalmente consumiam grandes quantidades de peixes marinhos (Salter, 2013).

O teor de gordura do leite de ruminantes, bem como seu perfil de AG, podem ser modificados a partir da composição da dieta, e isso tem sido grande foco de investigação em estudos voltados para qualidade de leite bovino. Em sistemas de pastagens de gramíneas tropicais, podem modificar positivamente o perfil de AG do leite tanto pela diminuição das concentrações dos AG láurico, mirístico e palmítico, quanto pelo aumento dos teores dos AG rumênico, vacênico e oleico (Lopes et al., 2011b; Mourthé et al., 2015).

Em regiões semiáridas, a palma forrageira assume grande importância na dieta de ruminantes, em especial de vacas em lactação. No entanto, a palma forrageira

apresenta baixo teor de extrato etéreo e pouco se conhece sobre o perfil e índices nutricionais do leite de vacas alimentadas com esta cactácea.

Dentre os genótipos de palma viáveis encontrados na região semiárida do Brasil, se destacam a palma Miúda (MIU) e a palma Orelha de Elefante Mexicana (OEM). Em estudo realizado por Rocha filho (2012) foram avaliados os efeitos de genótipos de palma forrageira (Miúda, IPA Sertânia e Orelha de Elefante Mexicana, e Gigante sob a composição de ácidos graxos do leite de vacas, e as dietas com palma Orelha de Elefante Mexicana (OEM) proporcionam maior relação ácidos graxos insaturados e ácidos graxos saturados (AGI:AGS) e maior proporção de ácidos graxos desejáveis (AGD); contudo em avaliação nutricional e de desempenho dos genótipos, o autor sugere a MIU como genótipo mais indicado para o fornecimento em dietas para vacas em lactação por proporcionar maior consumo de nutrientes. Assim, esses resultados sugerem que há um potencial de exploração do genótipo de palma OEM na dieta de vacas leiteiras em relação ao perfil de ácidos graxos no leite de forma que o nível de inclusão na dieta não comprometa o desempenho dos animais.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da substituição da palma Miúda pela palma Orelha de Elefante Mexicana sobre o perfil, produção de ácidos graxos, índices de atividades enzimática e índices nutricionais da gordura do leite de vacas Girolando.

MATERIAL E MÉTODOS

Área Experimental, animais e dietas

Todos os procedimentos deste trabalho foram conduzidos de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e aprovadas pelo Comitê de Ética em Uso de Animais para Pesquisa (CEUA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (licença nº 033/2014).

O experimento foi conduzido na estação experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco, localizada no município de Arcoverde, estado de Pernambuco - Brasil, Região semiárida que apresenta clima classificado como Bsh' (Köppen, 1948), e está situada a latitude 8° 25' 08" S, longitude 37° 03' 14" W e 663 m de altitude.

Dez vacas multíparas Girolando (5/8 Holandês x Gir) em 90 ± 30 dias de lactação com média de 500 kg de peso corporal (PC) foram distribuídas em dois

Quadrados Latinos 5 x 5. A pré-adaptação dos animais ao manejo e às instalações teve duração de 15 dias, seguida de um período experimental de 105 dias, dividido em cinco períodos de 21 dias cada, no 1° ao 14° dias destinadas para adaptação dos animais às dietas experimentais e do 15° ao 21° dia para coleta de dados e amostras.

As dietas experimentais foram isonitrogenadas e formuladas com base na composição química dos ingredientes (Tabela 1). As dietas testadas foram constituídas por níveis de substituição de palma miúda (MIU) (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) por palma orelha de elefante mexicana (OEM) (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw) (0; 25; 50; 75 e 100% com base na matéria seca) e formuladas de acordo com o proposto pelo NRC (2001) para vacas de 500 kg PC e produção média de leite de 12 kg/dia (corrigido para 4% de gordura). A proporção dos ingredientes, a composição química e o perfil de ácidos graxos das dietas experimentais com diferentes proporções de substituição de MIU por OEM é apresentada na Tabela 2.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

g/Kg	Silagem de Cana	Palma O, de Elefante Mexicana	Palma Miúda	Milho Moído	Farelo de Soja
MS	390	94	157	885,7	893,5
MO	894,7	881,2	929,2	984,4	935,1
PB	19,8	60	33,8	89,1	484,7
EE	10,4	12,7	10,4	46	13,2
FDN	701,8	262	246	119,1	151,2
FDNi	320	118,3	133,4	16,5	15,5
CNF	162,7	547,3	639	730,2	286
pH	-	4,59	5,01	-	-
Ácido málico	-	1,81	1,10	-	-
Ácidos graxos (g/100g de AG totais)					
C10:0	1,75	-	-	-	-
C12:0	1,42	1,78	1,22	0,02	0,13
C14:0	1,50	1,72	3,04	0,09	0,27
C16:0	30,10	27,75	26,97	18,18	21,83
C16:1	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00
C17:0	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00
C18:0	5,72	3,23	3,47	1,42	2,40
C18:1 n9	23,69	6,39	6,59	26,44	12,19
C18:1 cis-11	-	-	-	0,85	1,49
C18:2 n6	15,88	31,72	29,26	50,67	56,97
C18:3 n3	0,10	16,54	16,50	1,81	4,48

Continuação...

Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

g/Kg	Silagem de Cana	Palma O, de Elefante Mexicana	Palma Miúda	Milho Moído	Farelo de Soja
C20:0	0,00	0,76	0,54	0,25	0,08
C22:0	0,00	0,58	0,54	0,18	0,11
C24:0	0,00	0,68	0,65	0,09	0,05

^ag/kg de alimento; FDNcp = Fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; FDNi = Fibra em detergente neutro indigestível.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes, composição química e perfil de ácidos graxos nas dietas experimentais

Itens	Níveis de substituição (g/kg de MS)				
	0	25	50	75	100
Silagem de cana	300	300	300	300	300
Miúda	480	360	240	120	0
Orelha de Elefante Mexicana	0	120	240	360	480
Farelo de soja	203	193	183	173	163
Milho	0	9,4	21,5	29,6	38,4
Sal	5	5	5	5	5
Ureia/SA ¹	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Mineral ²	10	10	10	10	10
Composição química (g/kg de MS)					
Matéria seca	392	384	379	370	361
Matéria orgânica	902	897	891	886	881
Proteína bruta	132	131	131	130	129
Extrato etéreo	10,8	11,4	12,0	12,6	13,1
Fibra em detergente neutro ³	357	359	361	363	365
Carboidratos não-fibrosos	408	402	394	387	381
Ácidos graxos (g/100g de AG totais)					
C10:0	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
C12:0	1,04	1,1	1,17	1,23	1,3
C14:0	1,96	1,8	1,64	1,48	1,32
C16:0	26,41	26,45	26,55	26,57	26,6
C16:1	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
C18:0	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
C17:0	3,87	3,83	3,8	3,75	3,71
C18:1 cis-9	12,75	12,85	13,02	13,09	13,17
C18:1 cis-11	0,3	0,3	0,29	0,28	0,28
C18:2 n-6	30,37	30,58	30,91	31,05	31,22
C18:3 n-3	8,86	8,84	8,82	8,79	8,77
C20:0	0,28	0,3	0,33	0,36	0,39
C22:0	0,28	0,29	0,29	0,3	0,3
C24:0	0,28	0,33	0,33	0,34	0,34

¹Nove partes de ureia:uma parte de sulfato de amônia (SA); ²componentes: fosfato dicalcio; calcário; sal; sulfeto; sulfato de zinco; sulfato de cobre; sulfato de magnésio; iodato de potássio; ³correção para cinzas e proteína.

As dietas foram fornecidas *ad libitum*, na forma de mistura completa total, em duas refeições diárias (7:00h e 16:00h), permitindo-se 12% de sobras, que foram pesadas diariamente antes da refeição matinal para obtenção do consumo de alimentos do dia anterior e ajustes na quantidade fornecida. As vacas foram alojadas em baias individuais semicobertas com 24 m² cada, providas de bebedouros e comedouros.

Amostragem e análises químicas

As amostras de ingredientes dietéticos e sobras foram coletados entre o 15° a 21° dias do período experimental e congeladas a -20°C e subsequentemente o material foi descongelado para composição das amostras compostas por período experimental e por animal. As amostras então, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada (55°C/72h) e moídas em moinho de facas (Modelo Thomas Wiley Co, Swedesboro, NJ) com peneiras de porosidade de 1 mm para análises químicas. Os conteúdos de matéria seca (MS, método 934,01), matéria mineral (MM, método 942,05), proteína bruta (método PB 990,13) e extrato etéreo (EE, método 920,39) foram analisados de acordo com a AOAC (2005). As análises de fibras em detergente neutro (FDN) e as correções de cinzas seguiram os métodos sugeridos por Van Soest (1994). O nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) foi analisado de acordo com Licitra et al. (1996). Os teores de carboidratos não-fibrosos foram calculados de acordo com Hall (2000).

No 21° dia, quatro horas após a alimentação matinal, foram coletadas amostras de sangue por venopunção coccígea, em tubos sem anticoagulante, centrifugadas (3,500 rpm por 15 minutos) e congeladas -20°C para determinação da concentração de β -hidroxibutirato (BHBA) por colorimetria, utilizando-se kits comerciais (Randox[®]).

As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia (6:00h e 15:00h), sendo registrada a produção de leite do 15° a 21° dias do período experimental. Por meio de dispositivo acoplado à ordenhadeira, foram coletadas amostras individuais de leite nos dois turnos, no 19° e 20° dias de cada período experimental, sendo obtidas duas amostras compostas por animal por período. As amostras coletadas foram acondicionadas em recipiente plástico com o conservante Bronopol[®] (2-bromo-2-nitro-1,3-propanodiol; D&F Control System Inc., EUA) e utilizadas para determinação dos teores de gordura de acordo com metodologia do ISO 9622/IDF 141C (2013), em

laboratório especializado. A produção de leite corrigida para 4,0% de gordura (PLCG) foi calculada utilizando-se a equação proposta por Sklan et al. (1992).

Determinação de ácidos graxos

Amostras de leite tomadas sem conservantes, ingredientes dietéticos e sobras obtidas no período de coletas destinadas à determinação de ácidos graxos (AG) foram processadas e analisadas por cromatografia gasosa, conforme procedimentos descritos por Ribeiro et al. (2014). Para a determinação de AG nos ingredientes e sobras foi utilizado cromatógrafo 6890N equipado com coluna capilar (25 m x 0,20 mm x 0,33 µm) de polietilenoglicol (HP-FFAP, Agilent Technologies Inc., EUA) e detector de ionização de chama (FID), e para determinação de AG nas amostras de leite foi utilizado cromatógrafo modelo 7820A (Agilent Technologies Inc., EUA) equipado com coluna capilar de sílica fundida (CP-Sil 88, 100 m x 0,25 mm x 0,2 µm, Varian Inc., EUA) e detector de ionização de chama (FID).

Índices e qualidade nutricional do leite

Os índices de atividade da enzima esteroil-CoA dissaturase (SCD-1), na gordura do leite, foram calculados para quatro pares de ácidos graxos, expressando cada produto como uma proporção do precursor mais produto: (SCD14 = C14:1 cis-9/14:0 + C14:1 cis-9; SCD16 = C16:1 cis-9/16:0 + C16:1 cis-9; SCD18 = C18:1 cis-9/18:0 + C18:1 cis-9; e SCDRA= CLA cis-9 trans-11/C18:1 trans-11 + CLA cis-9 trans-11) (Kelsey et al., 2003).

Com base no perfil de ácidos graxos do leite, foram calculados os índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT), conforme descrito por Barros et al. (2013); e as relações entre AG ômega 6 e ômega 3 (ω -6: ω -3) e entre AG hipo e hipercolesterolêmicos (h/H) conforme descrito por Ribeiro et al. (2014). Estes índices têm sido utilizados como indicadores da qualidade nutricional da gordura do leite.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão pelo procedimento PROC MIXED por meio do programa estatístico SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc, Cary, NC), depois de testados para normalidade residual e homogeneidade

da variância, e adotando-se nível de significância de 5% para o erro tipo I, de acordo com o seguinte modelo:

$$y_{ijkl} = \mu + \tau_i + Q_j + P_k + (A/Q)_{lj} + \tau^*Q_{ij} + \varepsilon_{ijkl}$$

Onde: y_{ijkl} = observação $ijkl$; μ = média geral; τ_i = efeito fixo do tratamento i ; Q_j = efeito fixo do quadrado j ; P_k = efeito fixo do período k ; $(A/Q)_{lj}$ = efeito aleatório do animal l dentro do quadrado j ; τ^*Q_{ij} = efeito fixo da interação tratamento i e quadrado j ; ε_{ijkl} = erro aleatório com a média 0 e variância σ^2 .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O somatório dos ácidos graxos saturados de cadeia curta $\Sigma C4:0+C6:0+C8:0+C10:0$ e somatório dos AGs saturados de cadeia média $\Sigma C12:0+C14:0+C16:0$, bem como estes individualmente, reduziram linearmente em função da substituição da palma MIU pela OEM ($P<0,05$; Tabela 3). AGs C15:0 *ante iso* e o C15:0 reduziram, ao passo que o AG C15:0 *iso* aumentou linearmente com as substituições de MIU por palma OEM ($P<0,05$; Tabela 3).

Praticamente 100% dos AG de cadeia curta são derivados da síntese de novo, sendo o acetato e o BHBA suas principais fontes de carbono (Shingfield et al., 2013); contudo no presente estudo, os valores de BHBA não variaram (média de 0,73 mmol/L).

As concentrações dos AGs de cadeia ímpar linear (AGCIL) e cadeia ímpar ramificada (AGCIR) diminuíram linearmente com a maior inclusão de OEM nas dietas ($P<0,05$; Tabela 3). Houve aumento linear dos AGs C18:0 (esteárico), C18:1 *trans*-6 *trans*-8, C18:1 *trans*-9, C18:1 *trans*-10, C18:1 *trans*-11, C18:1 *trans*-12 com a substituição de palma MIU por OEM ($P<0,05$; Tabela 3).

Em estudo realizado por Rocha filho (2012), foram avaliados os efeitos de genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim (Miúda, IPA Sertânia e Orelha de Elefante Mexicana) e comparados aos efeitos da palma Gigante em dietas para vacas em lactação. A dieta com palma OEM promoveu alterações desejáveis,

quando comparada com o perfil oriundo de outras dietas. Esta dieta OEM promoveu menor proporção de C16:0 e maior de C18:0. Essas proporções, encontradas pelo autor, corroboram os resultados do presente estudo, uma vez que, a medida em que a OEM foi elevada nas dietas, os níveis de C16:0 diminuíram e o de C18:0 aumentaram no leite, indicando que a OEM promove alterações no perfil da gordura no leite.

Segundo Markiewicz-Keszycka et al. (2013), pesquisas realizadas desde 2000 contradizem a tese de que o consumo de leite e produtos lácteos iriam aumentar a síntese de LDL e o risco de doenças coronarianas. Portanto, acredita-se que o aumento da concentração sanguínea de LDL é atribuído aos ácidos C12:0 láurico, C14:0 mirístico e C16:0 palmítico, enquanto que os demais ácidos graxos saturados encontrados no leite, neutralizam sua ação, uma vez que aumentam o nível de HDL (Parodi, 2009).

O AG C18:2 *n*-6 apresentou comportamento quadrático e o \sum C18:2 (C 18:2 *trans* 9 *trans* 12+C18:2 *cis* 9 *trans* 12) aumentou linearmente com a substituição substituições de palma MIU por OEM (P<0,05; Tabela 3). A substituição de MIU por OEM proporcionou aumento linear (P<0,05) dos AGs C20:0, C20:2 *n*-6, C20:3 *n*-6, C20:4 *n*-6, C22:0, C23:0 e C24:0.

O \sum *trans* e o \sum *trans* (exceto vacênico e rumênico), apresentaram comportamento quadrático as substituições de palma MIU por OEM (P<0,05).

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com níveis de palma Orelha de Elefante Mexicana em substituição à Miúda.

g/100g de AG totais	Níveis de substituição de MIU por OEM					EPM	P	
	0	25	50	75	100		L	Q
\sum C4:0+C6:0+C8:0+C10:0	1,077	1,057	1,081	1,081	1,048	0,290	0,047	> 0,05
C12:1 <i>cis</i> -9 + C:13:0	4,69	4,63	4,52	4,40	4,26	0,192	<0,001	>0,05
C14:0	13,04	13,07	13,13	12,77	12,74	0,439	0,011	0,184
C14:0 <i>iso</i>	0,123	0,134	0,119	0,129	0,127	0,008	>0,05	>0,05
C15:0 <i>iso</i>	0,314	0,330	0,383	0,347	0,422	0,021	<0,001	>0,05
C15:0 <i>ante iso</i>	0,759	0,763	0,701	0,699	0,689	0,028	0,001	>0,05
C15:0	2,07	1,88	1,72	1,78	1,70	0,065	<0,001	0,031
C16:0	41,37	39,48	39,66	38,45	38,44	1,150	<0,001	0,217
\sum C12:0+C14:0+C16:0	59,41	57,49	57,57	55,91	55,71	0,861	<0,001	>0,05
C17:0	0,969	0,906	0,906	0,892	0,865	0,047	0,067	>0,05
Σ AGCIL ¹	3,58	3,26	3,07	3,16	3,00	0,109	<0,001	0,101
Σ AGCIR ²	4,65	4,36	4,16	4,21	4,12	0,119	<0,001	0,081
C18:0	3,08	3,78	4,14	4,18	4,89	0,308	<0,001	>0,05

Continuação...

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com níveis de palma Orelha de Elefante Mexicana em substituição à Miúda.

g/100g de AG totais	Níveis de substituição de MIU por OEM					EPM	P	
	0	25	50	75	100		L	Q
C18:1 <i>trans</i> 4	0,006	0,008	0,007	0,007	0,007	0,001	0,215	0,152
C18:1 <i>trans</i> 5	0,006	0,007	0,007	0,006	0,007	0,001	0,153	0,251
C18:1 <i>trans</i> 6 <i>trans</i> 8	0,091	0,104	0,103	0,105	0,119	0,007	0,003	>0,05
C18:1 <i>trans</i> 9	0,086	0,095	0,099	0,105	0,102	0,004	<0,001	0,065
C18:1 <i>trans</i> 10	0,132	0,140	0,147	0,159	0,150	0,010	0,047	>0,05
C18:1 <i>trans</i> 11	0,855	0,913	0,938	0,958	1,037	0,081	0,017	>0,05
C18:1 <i>trans</i> 12	0,090	0,097	0,101	0,105	0,112	0,006	0,001	>0,05
C18:1 <i>trans</i> 13 <i>trans</i> 14	0,172	0,182	0,171	0,188	0,172	0,010	>0,05	>0,05
C18:1 <i>trans</i> 16	0,078	0,088	0,090	0,090	0,100	0,010	0,077	>0,05
C18:1 <i>cis</i> 9	8,85	10,314	10,440	11,32	11,63			
C18:2 <i>trans</i> 9 <i>trans</i> 12	0,016	0,014	0,014	0,015	0,013	0,001	0,114	>0,05
C18:2 <i>cis</i> 9 <i>trans</i> 12	0,023	0,023	0,022	0,024	0,022	0,001	>0,05	>0,05
C18:2 <i>n</i> -6	1,22	1,31	1,30	1,41	1,26	0,053	0,151	0,018
∑C18:2 ³	1,274	1,365	1,360	1,462	1,311	0,013	0,010	0,511
C18:3 <i>n</i> -6	0,034	0,035	0,035	0,035	0,037	0,002	0,272	>0,05
CLA <i>cis</i> 9 <i>trans</i> 11	0,524	0,550	0,534	0,610	0,573	0,040	0,072	>0,05
CLA <i>trans</i> 9 <i>cis</i> 11	0,021	0,022	0,019	0,021	0,020	0,002	>0,05	>0,05
CLA <i>trans</i> 10 <i>cis</i> 12	0,006	0,007	0,005	0,005	0,007	0,001	>0,05	0,211
C18:3 <i>n</i> -3	0,166	0,180	0,170	0,183	0,178	0,011	0,163	>0,05
C20:0	0,072	0,086	0,087	0,093	0,110	0,007	<0,001	>0,05
C20:2 <i>n</i> -6	0,017	0,019	0,019	0,019	0,020	0,001	0,010	>0,05
C20:3 <i>n</i> -6	0,090	0,098	0,094	0,103	0,100	0,006	0,035	>0,05
C20:4 <i>n</i> -6	0,159	0,172	0,168	0,176	0,180	0,008	0,003	>0,05
C20:5 <i>n</i> -3	0,023	0,024	0,024	0,025	0,027	0,002	0,084	>0,05
C22:0	0,043	0,047	0,049	0,050	0,056	0,003	<0,001	>0,05
C22:5 <i>n</i> -3	0,048	0,056	0,057	0,054	0,053	0,004	>0,05	0,112
C23:0	0,030	0,031	0,032	0,032	0,031	0,002	<0,001	0,293
C24:0	0,044	0,050	0,050	0,052	0,055	0,003	<0,001	>0,05
∑ AGPI ⁴	2,315	2,470	2,427	2,630	2,452	0,029	0,057	0,103
∑ <i>trans</i> ⁵	2,926	3,091	3,052	3,274	3,249	0,062	0,919	0,023
∑ <i>trans</i> , exceto VA – RU ⁶	1,897	2,002	1,993	2,131	2,115	0,027	0,875	0,024
∑C4:0+C6:0+C8:0+C10:0		$y = -0,136x + 1075$					$r^2 = 0,123$	
C12:1 <i>cis</i> -9 + C:13:0		$y = -0,004x + 4,718$					$r^2 = 0,981$	
C14:0		$y = -0,003x + 13,13$					$r^2 = 0,616$	
C15:0 <i>iso</i>		$y = 0,000x + 0,312$					$r^2 = 0,718$	
C15:0 <i>ante iso</i>		$y = -0,000x + 0,763$					$r^2 = 0,814$	
C15:0		$y = -0,003x + 1,998$					$r^2 = 0,770$	
C16:0		$y = -0,027x + 40,85$					$r^2 = 0,826$	

Continuação...

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com níveis de palma Orelha de Elefante Mexicana em substituição à Miúda.

Σ C12:0+C14:0+C16:0	$y = -0,035x + 59,01$	$r^2 = 0,897$
Σ AGCIL ¹	$y = -0,005x + 3,466$	$r^2 = 0,772$
Σ AGCIR ²	$y = -0,004x + 4,542$	$r^2 = 0,786$
C18:0	$y = 0,016x + 3,21$	$r^2 = 0,929$
C18:1 <i>trans</i> 6 <i>trans</i> 8	$y = 0,000x + 0,093$	$r^2 = 0,822$
C18:1 <i>trans</i> 9	$y = 0,000x + 0,089$	$r^2 = 0,812$
C18:1 <i>trans</i> 10	$y = 0,000x + 0,134$	$r^2 = 0,725$
C18:1 <i>trans</i> 11	$y = 0,001x + 0,858$	$r^2 = 0,945$
C18:1 <i>trans</i> 12	$y = 0,000x + 0,090$	$r^2 = 0,986$
C18:2 <i>n</i> -6	$y = -4E-05x^2 + 0,0048x + 1,2126$	$r^2 = 0,6187$
Σ C18:2 ³	$y = 0,000x + 1,320$	$r^2 = 0,145$
C20:0	$y = 0,000x + 0,073$	$r^2 = 0,909$
C20:2 <i>n</i> -6	$y = 2E-05x + 0,017$	$r^2 = 0,75$
C20:3 <i>n</i> -6	$y = 0,000x + 0,092$	$r^2 = 0,601$
C20:4 <i>n</i> -6	$y = 0,000x + 0,161$	$r^2 = 0,813$
C22:0	$y = 0,000x + 0,043$	$r^2 = 0,934$
C23:0	$y = 1E-05x + 0,030$	$r^2 = 0,321$
C24:0	$y = 1E-04x + 0,045$	$r^2 = 0,888$
Σ <i>trans</i> ⁵	$y = -0,0136x^2 + 4,676x + 2935,6$	$r^2 = 0,8357$
Σ <i>trans</i> , exceto VA – RU ⁶	$y = -0,0109x^2 + 3,3457x + 1901$	$r^2 = 0,8745$

L = Efeito linear; Q = Efeito quadrático; AGCIL = AG de cadeia ímpar linear; AGCIR = AG de cadeia ímpar e ramificada; AGPI= Ácidos graxos poliinsaturados; Σ 18:2 = Soma dos AG C18:2, excluindo os isômeros do ácido linoléico conjugado (CLA); Σ *trans*, exceto VA-RU = Soma dos AG *trans*, exceto C18:1 *trans*-11 (VA) e CLA *cis*-9 *trans*-11 (RU),

¹= C5:0 + C7:0 + C9:0 + C11:0 + (C12:1 *cis*-9 + C13:0) + C15:0 + C17:0 + C17:1 *cis*-9 + (C18:1 *cis*-15 + C19:0) + C21:0 + C23:0; ²= AGCIL + C15:0 *iso* + C15:0 *anteiso*; ³= C18:2 *trans*-9 *trans*-12 + C18:2 *cis*-9 *trans*-12 + C18:2 *trans*-9 *cis*-12 + C18:2 *n*-6; ⁴= C18:2 *trans*-9 *trans*-12 + C18:2 *cis*-9 *trans*-12 + C18:2 *trans*-9 *cis*-12 + C18:2 *n*-6 + C18:3 *n*-6 + C18:3 *n*-3 + CLA *cis*-9 *trans*-11 + CLA *trans*-9 *cis*-11 + CLA *trans*-10 *cis*-12 + C20:2 *n*-6 + C20:3 *n*-6 + C20:4 *n*-6 + C20:5 *n*-3 + C22:5 *n*-3; ⁵= (C16:1 *trans*-9 + C17:0 *iso*) + C16:1 *trans*-12 + C18:1 *trans*-4 + C18:1 *trans*-5 + C18:1 *trans*-6 *trans*8 + C18:1 *trans*-9 + C18:1 *trans*-10 + C18:1 *trans*-11 + C18:1 *trans*-12 + C18:1 *trans*-13 *trans*-14 + C18:1 *trans*-16 + C18:2 *trans*-9 *trans*-12 + C18:2 *cis*-9 *trans*-12 + C18:2 *trans*-9 *cis*-12 + CLA *cis*-9 *trans*-11 + CLA *trans*-9 *cis*-11 + CLA *trans*-10 *cis*-12; ⁶= (C16:1 *trans*-9 + C17:0 *iso*) + C16:1 *trans*-12 + C18:1 *trans*-4 + C18:1 *trans*-5 + C18:1 *trans*-6 *trans*8 + C18:1 *trans*-9 + C18:1 *trans*-10 + C18:1 *trans*-12 + C18:1 *trans*-13 *trans*-14 + C18:1 *trans*-16 + C18:2 *trans*-9 *trans*-12 + C18:2 *cis*-9 *trans*-12 + C18:2 *trans*-9 *cis*-12 + CLA *trans*-9 *cis*-11 + CLA *trans*10 *cis*-12.

Segundo Bauman et al. (1999), a hidrogenação de C18:1 *trans*-11 parece ser um passo limitante na sequência da bio-hidrogenação e, como consequência, este penúltimo intermediário da reação se acumula no rúmen e torna-se mais disponível para a absorção.

A síntese do ácido vacênico (C18:1 *trans*-11) precursor do CLA, é superior com dietas ricas em fibra, esse processo pode estar relacionado ao fato da bactéria

Butyrivibrio fibrisolvens, utilizada como bactéria padrão para a formação de CLA *in vitro*, crescer melhor sob estas condições. É uma bactéria que possui a enzima isomerase *trans*-11, ela sintetiza o CLA *cis*-9 *trans*-11 como o primeiro intermediário na sequência da bio-hidrogenação do ácido linoléico e o C18:1 *trans*-11 após a redução da ligação *cis* (Kepler e Tove, 1967).

Segundo Kalscheur et al. (1997), a extensão da biohidrogenação aumenta de acordo com o grau de insaturação da dieta. Neste estudo, o aumento linear verificado nas concentrações de grande parte dos AGs C18:1 *trans* com as substituições de palma MIU por OEM indica que houve maior produção de intermediários da biohidrogenação, sugerindo que ocorreu este fato pela maior velocidade de passagem da digesta, pelo maior consumo de matéria natural nas dietas incrementadas com palma OEM. No entanto, a maior concentração AG's C18-1 *trans*, percussores de AG esteárico (C18:0), pode justificar os aumentos nas concentrações destes no leite, à medida que foi incrementada a palma OEM.

Os índices de atividade da enzima Δ^9 - dessaturase, SCD14, SCD16 e SCDRA não foram alterados em função da substituição da palma MIU pela OEM ($P > 0,05$). Entretanto, a enzima Δ^9 reduziu a atividade ($P < 0,05$; Tabela 4).

Dentre os vários tecidos dos ruminantes que esta enzima pode ser encontrada, o adiposo e o mamário se destacam em relação a sua influência no perfil de ácidos graxos do leite. A principal função dessa enzima é a de dessaturação, ou seja, introduzir uma dupla ligação a cadeia carbônica de um AG saturado e convertê-lo a monoinsaturados (Jacobs et al. 2011). Para inferir sobre a atividade e seletividade de substrato pela enzima Δ^9 -dessaturase na glândula mamária, utiliza-se a relação entre os teores dos AG monoinsaturados *cis*-9 e os seus isômeros saturados (Bauman e Lock, 2006). Segundo Corl et al. (2001) a síntese endógena CLA tem sido mostrada como sendo mais importante que a biohidrogenação ruminal na secreção deste no leite, contribuindo com 64 a 93% do conteúdo de CLA. Esse processo de síntese envolve a enzima Δ^9 -dessaturase e o C18:1 *trans*-11 como substrato. A Δ^9 -dessaturase acrescenta uma insaturação no carbono 9 do ácido vacênico, formando o CLA *cis*-9, *trans*-11, ou em ácidos graxos saturados como é o caso do ácido esteárico, formando AGs monoinsaturados, o ácido oleico.

Tabela 4. Índices de atividade da enzima estearoil-CoA na gordura do leite de vacas alimentadas com níveis de substituição de palma MIU por OEM.

Item	Níveis de substituição de MIU por OEM					EPM	P	
	0	25	50	75	100		L	Q
SCD14	0,099	0,099	0,092	0,100	0,096	0,0002	0,734	0,640
SCD16	0,938	0,940	0,944	0,937	0,946	0,00002	0,065	0,145
SCD18	0,743	0,736	0,717	0,727	0,707	0,0002	0,039	0,034
SCDRA	0,382	0,382	0,363	0,392	0,360	0,001	0,122	0,785
SCD18	$y = 0,7422 - 0,0003x$						$r^2 = 0,788$	

EPM = Erro padrão da média; L = Efeito linear nos níveis de substituição de palma; Q = Efeito quadrático nos níveis de substituição de palma;

Os índices de aterogenicidade (IA), trombogenicidade (IT) e a relação hipo:hipercolesterolêmicos (h/H) apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,05$) com a substituição da palma MIU pela OEM (Tabela 5). Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária; menores valores indicam maior quantidade de AG antiaterogênicos na gordura dos alimentos e, conseqüentemente, maior potencial de prevenir o aparecimento de doenças cardiovasculares (Tonial et al., 2010). Os AGs saturados C16:0 e C14:0 enriquecem os fosfolipídeos das membranas celulares, interferem com a função normal dos receptores de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), reduzem sua remoção e aumentam sua concentração no plasma, e portanto, são considerados hipercolesterolêmicos (Woollett et al., 1992). Entre os ácidos graxos saturados, o C14:0 é considerado o mais hipercolesterolêmico, pois tem potencial para elevar 4 a 6 vezes mais a concentração plasmática de colesterol; em comparação ao C16:0 (Mensink & Katan, 1992) quando estes são provenientes de gorduras naturais.

Os AGs linoleico e α -linolênico são os principais AG ω -6 e ω -3 e a relação entre eles (ω -6: ω -3) resulta em um índice de qualidade nutricional da gordura de um determinado alimento. É importante evidenciar que, para todas as dietas experimentais testadas, os índices foram baixos (5,85), e índices abaixo de 10,0 indicam quantidades desejáveis à dieta humana para a prevenção de riscos de doenças cardiovasculares (FAO, 1994).

O índice h/H está relacionado com a qualidade nutricional da gordura contida nos alimentos, e quanto maior a relação h/H melhor é a qualidade nutricional dessa gordura (Bentes et al., 2009).

Tabela 5. Índices de qualidade nutricional da gordura do leite de vacas alimentadas com níveis de palma OEM em substituição da MIU

Índices	Níveis de substituição de PMD por					EPM	P	
	POEM						L	Q
	0	25	50	75	100			
Aterogenicidade (IA)	5,315	4,776	4,881	4,419	4,448	0,076	0,964	<0,001
Trombogenicidade (IT)	5,750	5,180	5,326	4,865	4,960	0,093	0,750	0,002
ω -6: ω -3	5,815	5,773	5,848	6,104	5,691	0,222	0,059	0,562
hipo:hipercolesterolêmicos (h/H)	0,154	0,186	0,187	0,210	0,216	0,0004	0,550	<0,001
Aterogenicidade (IA)	$y = 0,065x^2 - 14,867x + 5267,3$						$r^2 = 0,859$	
Trombogenicidade (IT)	$y = 0,0826x^2 - 15,843x + 5698,5$						$r^2 = 0,814$	
hipo:hipercolesterolêmicos (h/H)	$y = -3E-06x^2 + 0,0009x + 0,1567$						$r^2 = 0,941$	

EPM = Erro padrão da média; L = Efeito linear nos níveis de substituição de palma; Q = Efeito quadrático nos níveis de substituição de palma;

Portanto, dietas com elevadas proporções de palma para vacas em lactação parecem produzir gordura no leite com características nutricionais desejáveis para o consumo, com baixos riscos de doenças cardiovasculares. Mais estudos se fazem necessários para o melhor conhecimento do perfil dos AG do leite e da qualidade nutricional destes, resultantes de vacas alimentadas com essas plantas cactáceas de fundamental importância na nutrição e produção de animais ruminantes em regiões semiáridas.

Os resultados apresentados neste trabalho demonstram que há muitos efeitos dos genótipos de palma forrageira na dieta e em parâmetros metabólicos de vacas em lactação que resultam em diferentes perfis e qualidade nutricional da gordura no leite, pontos a serem elucidados por pesquisas na região semiárida.

CONCLUSÃO

A palma Orelha de Elefante Mexicana pode substituir totalmente a palma Miúda sem prejudicar as características nutricionais da gordura do leite de vacas mestiças com produção média de 12,5 kg/dia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – International [AOAC], Official Methods of Analysis, 18ed, AOAC, Gaithersburg, MD, 2005.

BARROS, P.A.V.; GLÓRIA, M.B.A.; LOPES, F.C.F.; GAMA, M.A.S.; SOUZA, S.M.; MOURTHÉ, M.H.F.; LEÃO, M.I. Nutritional quality and oxidative stability of butter obtained from cows fed sugar-cane supplemented with sunflower oil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.65, p.1545-1553, 2013.

BAUMAN, D,E.; LOCK, A,L, Conjugated linoleic acid: biosynthesis and nutritional significance, In: FOX, P,F.; McSWEENEY, P,L,H, **Advanced Dairy Chemistry**, v. 3, p. 93-136, 2006.

BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L, H.; CORL, B. A.; GRIINARI, J. M.; Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants, *Proceeding of the American Society of Animal Science*, 1999.

BENJAMIN S, SPENER F, Conjugated linoleic acids as functional food: an insight into their health benefits, *Nutr Metab*, 2009.

BENTES, A. S.; SOUZA, H. A. L.; MENDONÇA, X. M. F.; SIMÕES, M, G, Caracterização física e química e perfil lipídico de três espécies de peixes amazônicos, *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 3, p. 97-108. 2009.

BLOWEY, R. W. **Factors affecting milk quality**. In: Andrews, A. H. et al. Ed. *Bovine Medicine. Diseases and husbandry of cattle*. Blackwell, Oxford. p. 329-334, 1992.

CORL, B,A.; BAUMGARD, L,H.; DWYER, D,A, et al, The role of 9-desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA, **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 12, p. 622-630, 2001.

FAO - Food and agriculture organization of the united nations. Fats and Oils in Human Nutrition. Roma: FAO, p.3621-3627, 1994.

HALL, M.B, **Neutral detergent-soluble carbohydrates**, Nutritional relevance and analysis, Gainesville: University of Florida, USA, 2000.

JACOBS, A. A. A.; VAN BAAL, J.; SMITS, M. A.; TAWHEEL, H. Z. H.; HENDRIKS, W. H.; VAN VUUREN, A. M.; DIJKSTRA, J. Effects of feeding rapeseed oil, soybean oil, or linseed oil on stearoyl-CoA desaturase expression in the mammary gland of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 94, p. 874–887, 2011.

KALSCHEUR, K. F.; TETER, B. B.; PIPEROVA, L. S. et al, Effect of fat source on duodenal flow of trans-C18:1 and milk fat production in dairy cows, **Journal of Dairy Science**. v,80, p,2115-2126, 1997.

KEPLER, C. R.; TOVE, S. B. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids, III, Purification and properties of a linoleate delta12-cis,delta11-trans isomerase from *Butyrivibrio fibrisolvens*. **Journal of biological chemistry**, v. 242, p. 5686-5692, 1967.

KESLEY, J.A.; CORL, B.A.; COLLIER, R.J.; BAUMAN, D.E, The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows, **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 2588-2597, 2003.

KESLEY, J.A.; CORL, B.A.; COLLIER, R.J.; BAUMAN, D.E. The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.2588-2597, 2003.

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

LOPES, F.C.F.; BARROS, P.A.V.; BRUSCHI, J.H.; SILVA, P.H.F; PEIXOTO, M.G.C.D.; GOMIDE, C.A.M.; DUQUE, A.C.A.; GAMA, M.A.S. Milk fatty acids

profile of Holstein cows grazing tropical forages supplemented with two concentrate levels. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.63, p.518-521, 2011.

MARKIEWICZ-KESZYCKA, M.; CZYZAK-RUNOWSKA, G.; LIPINKA, P.; WÓJTOWSKI, J, Fatty acid profile of Milk – A review, **Bull Vit, Inst, Pulawy**. v. 57, p. 135-139, 2013.

MENSINK, R,P,; KATAN, M,B, Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a meta-analysis of 27 trials, **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v,12, p,911-919, 1992.

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, p. 1217–1240. 2002.

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

MOURTHÉ, M.H.F.; REIS, R.B.; GAMA, M.A.S.; BARROS, P.A.V.; ANTONIASSI, R.; BIZZO, H.R.; LOPES, F.C.F. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês x Gir em pastagem de capim-marandu suplementado com quantidades crescentes de grão de soja tostado, *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.67, n.4, p.1150-1158, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**, 7ed, NRC Academic Science, Washington, DC, USA. 2001.

PARODI, P.W. Has the association between saturated fatty acids, serum cholesterol and coronary heart disease been over emphasized? *International Dairy Journal*,19 (6-7), p, 345-361, 2009.

RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D, Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugate linoleic acids in lamb, beef and pork meat: a review, **Animal Feed Science and Technology**, v,113, p,199-221, 2004.

RIBEIRO, C. G. S, **Produção e composição do leite de vacas alimentadas com capim elefante suplementado com óleo de girassol**, 2013, 192p, Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

RIBEIRO, C. G. S.; LOPES, F. C. F.; GAMA, M. A. S.; MORENZ, M. J. F.; RODRIGUEZ, N. M. Productive performance and fatty acid composition of milk from dairy cows fed increasing levels of sunflower oil in elephant-grass based diets, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p.1513-1521, 2014.

ROCHA FILHO, R, R, **Palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim em dietas para ruminates**, Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

SALTER, A. M. Dietary fatty acids and cardiovascular disease, *Animal*, v. 7, p. 163-171, 2013.

SANTOS, R. D. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, São Paulo, v. 100, n. 1, p. 01-40, 2013.

SHINGFIELD, K,J,; BONNET, M,; SCOLLAN, N,D, Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods, *Animal*, v.7, p.132-162, 2013.

SKLAN, D,; ASHKENAZI, R,; BRAUN, A. et al, 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.

TONIAL, I. B.; OLIVEIRA, D. F.; BRAVO, C. E. C.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V. Caracterização físico-química e perfil lipídico do salmão (*Salmo salar* L.), Alimentação e **Nutrição**, v. 21, p. 93-98, 2010.

WOOLLETT, A,L.; SPADY, K,D.; DIETSCHY, M,J, Saturated and unsaturated fatty acids independently regulate low-density lipoprotein receptor activity and production rate, **Journal of Lipid Research**, v,33, p,77-88, 1992.

WOOLLETT, A. L.; SPADY, K. D.; DIETSCHY, M. J. Saturated and unsaturated fatty acids independently regulate low-density lipoprotein receptor activity and production rate, **Journal of Lipid Research**, v. 33, p. 77-88, 1992.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível substituir 100% do genótipo de palma Miúda pelo de Orelha de Elefante Mexicana em dietas para vacas mestiças em lactação com 48% de palma na matéria seca na dieta produzindo 12,5 kg de leite/dia sem comprometer o desempenho.

O genótipo testado é uma nova opção de forragem para a produção de leite para sistemas de produção familiar de leite nas regiões semiáridas, fornecendo diversificação na agricultura.

Os resultados apresentados neste trabalho demonstram que há muitos efeitos dos genótipos de palma forrageira na dieta e em parâmetros metabólicos de vacas em lactação que resulta em diferentes perfis e qualidade nutricional da gordura no leite, pontos a serem elucidados por pesquisas na região semiárida, e, a palma Orelha de Elefante Mexicana reduz alguns ácidos graxos saturados como o C16:0 e aumenta outros poliinsaturados como os C18:2.