

**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 EM LACTAÇÃO**

CAROLINA CORRÊA DE FIGUEIREDO MONTEIRO

**RECIFE – PE
JULHO – 2017**

**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 EM LACTAÇÃO**

CAROLINA CORRÊA DE FIGUEIREDO MONTEIRO
Zootecnista

**RECIFE – PE
JULHO – 2017**

CAROLINA CORRÊA DE FIGUEIREDO MONTEIRO

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

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado 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: Nutrição e produção de ruminantes.

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira - orientador

Profa. Dra. Antônia Sherlânea Chaves Veras – co-orientadora

Pesquisador Dr. Sebastião Inácio Guido – co-orientador

**RECIFE – PE
JULHO – 2017**

CAROLINA CORRÊA DE FIGUEIREDO MONTEIRO

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

Recife, 19 de Julho de 2017

Comissão examinadora:

Prof. Dr. Omer Cavalcanti de Almeida
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Luciano Patto Novaes
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Profa. Dra. Adriana Guim
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dra. Juana Catarina Cariri Chagas
Universidade federal Rural de Pernambuco

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CAROLINA CORRÊA DE FIGUEIREDO MONTEIRO – Nascida em Garanhuns-PE em 06 de Abril de 1987, filha de Pedro Leopoldo Jerônimo Monteiro e Lúcia Angélica Corrêa de Figueiredo Monteiro, possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2010), graduação complementar em Agriculture and Life Sciences/Ruminant Production - Texas Agricultural & Mechanics University (2008) com bolsa de estudos pelo programa Capes/Fipse, e mestrado em Ciência Animal e Pastagens pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2013). Atualmente é professora assistente da Universidade Estadual de Alagoas e discente doutorado da Universidade Federal Rural de Pernambuco, submetendo-se a defesa de tese para obtenção do título de doutora em Zootecnia em julho de 2017. Área de conhecimento em Zootecnia, com ênfase em nutrição e produção de ruminantes.

DEDICO

Aos meus pais, Pedro Leopoldo e Lúcia Angélica, pelos ensinamentos, amor, cuidado, carinho e dedicação. Amo vocês!

Ao meu esposo, Érico Barros, pelo companheirismo, paciência e enfrentar essa jornada junto comigo. Te amo!

Aos meus irmãos, Leopoldo Neto e Pedro Júnior, pelo cuidado e amizade, e por me ensinarem a ser forte. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Marcelo de Andrade Ferreira, pelas oportunidades, conversas, ensinamentos e conselhos. Cada minuto despendido dedicando-me às atividades foram de muito aprendizado. Demonstro aqui meu carinho, respeito e admiração.

À minha orientadora, querida Profa. Antônia Sherlanea Vêras, pelos conselhos, carinho, conversas, acolhimentos em sua casa, convívio e ensinamentos. Um exemplo de garra.

À Profa. Adriana Guim, pela oportunidade inicial, como tutora do PET e orientadora de PIBIC. Foi quando tudo começou.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia.

Aos colegas de pós-graduação, orientados do Prof. Marcelo e Profa. Sherlânea, em especial, aos amigos Marina Almeida, Jucelane, Lígia Barreto, Randerson, Jonas, Michele e Ana Flávia pelo apoio, ajuda e amizade.

À UFRPE e Departamento de Zootecnia por me proporcionar a oportunidade de realizar mais uma etapa de crescimento profissional.

À CAPES e FACEPE, pela concessão de bolsa e auxílio.

À Profa. Carla Bittar, por me receber na ESALQ, pela confiança de conceder o estágio no Bezerreiro experimental e Laboratório de metabolismo animal dessa instituição. Esse período foi de muito aprendizado.

Às meninas da salinha, Evagelina, Jacke, Marília, Nathália e Thais, pelas conversas, supervisões nas atividades do bezerreiro, estudos e amizade.

À Fernanda Lavínia, pela moradia em Piracicaba, pelo cuidado, amizade e trocas de informações.

Ao Instituto Agrônômico de Pernambuco, direcionado a Leonardo Alencar e Dr. Guido, pela confiança e por abrir as portas da estação São Bento do Una para execução do experimento, e pelo apoio junto com todos os funcionários.

Ao Dr. Marco Gama e Embrapa Gado Leite, pela parceria e realização das análises de ácidos graxos;

À Renata Alapenha, pelo cuidado e amizade.

À Universidade Estadual de Alagoas, por permitir que eu coloque em prática todo aprendizado adquirido ao longo desses anos, ao Prof. Lenivaldo pela compreensão, e aos queridos Profa. Conceição, Prof. Travassos e Profa. Taline pela amizade e parceria.

Às amigas de graduação, Stephany, Daniela e Daniele, em especial Julyana Senna e Juana Chagas, pela amizade e ajudas.

À minha avó Silvia Corrêa, pelo carinho, cuidado e orações (*In memoriam*).

Ao meu avô, Leopoldo Monteiro, por ser a grande inspiração (*In memoriam*).

A todos que direta e indiretamente, contribuíram, torceram e mandaram energias positivas para realização dessa etapa.

Obrigada a todos!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO GERAL	IX
ABSTRACT	XI
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	XIII
CAPÍTULO 1.....	17
Palma orelha de elefante mexicana:uma nova opção para vacas em lactação no semiárido	17
CAPÍTULO 2.....	41
Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com palma forrageira.....	41
COSIDERAÇÕES FINAIS	66

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - Palma Orelha de Elefante mexicana: uma nova opção para vacas em lactação no semiárido

Tabela 1 - Composição químicas dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais...	23
Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais..	24
Tabela 3 - Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite.....	29
Tabela 4 - Produção e eficiência microbiana, parâmetros sanguíneos, balanço de nitrogênio.....	31
Tabela 5 - Desempenho e eficiência alimentar.....	33

CAPÍTULO 2 - Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com palma forrageira

Tabela 1 - Composição químicas e perfil de ácidos graxos dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	47
Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais..	48
Tabela 3 - Perfil de ácidos graxos saturados do leite ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de AG totais) de vacas alimentadas com as dietas experimentais.....	53
Tabela 4 - Perfil de ácidos graxos octadecenoicos cis, trans e conjugados no leite ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de AG totais) de vacas alimentadas com as dietas experimentais.....	55
Tabela 5 - Perfil de ácidos graxos monoinsaturados, poli-insaturados e ramificados no leite ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de AG totais) de vacas alimentadas com as dietas experimentais.....	57
Tabela 6 - Somatório por classificação de ácidos graxos do leite ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de AG totais) de vacas alimentadas com as dietas experimentais.....	58
Tabela 7 - Índices de atividade da enzima esteroil-CoA dessaturase – 1 (SCD-1) na gordura do leite de vacas alimentadas com as dietas experimentais.....	59
Tabela 8 Índices de qualidades nutricionais da gordura do leite de vacas alimentadas com as dietas experimentais.....	59

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

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar o efeito da substituição da palma Miúda (PM) pela “Orelha de Elefante Mexicana” (POEM) sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio, produção de proteína microbiana e parâmetros sanguíneos, além da produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de vacas em lactação. Dez vacas (569 kg de peso corporal (PC)) com produção de leite média de 20 kg/dia foram distribuídas em dois quadrados latinos 5 x 5. O período experimental teve duração de 105 dias, com cinco períodos consecutivos de 21 dias, dos quais 14 foram para adaptação e 7 para coleta de dados e amostras. As dietas isonitrogenadas consistiram em cinco níveis de substituição (0, 25, 50, 75 e 100% baseados na matéria seca (MS) da PM por POEM. A substituição da PM pela POEM não alterou os consumos de matéria seca (MS = 18,00 kg/dia; 3,06% do PC), matéria orgânica (MO = 16,3 kg/dia), proteína bruta (PB = 2,80 kg/dia), nutrientes digestíveis totais (11,59 kg/dia), carboidratos totais (13,3 kg/dia) carboidratos não fibrosos (CNF = 7,63 kg/dia), fibra em detergente neutro (5,7 kg/dia; 0,98% do PC), e digestibilidade aparente de MS (655 g/kg), MO (694 g/kg), PB (739 g/kg) e CNF (950g/kg). Por outro lado, a digestibilidade aparente dos carboidratos totais ($\hat{Y} = 661 + 0,476x$) e fibra em detergente neutro ($\hat{Y} = 273 + 1,108x$) aumentaram linearmente com a substituição. A produção microbiana (1484 g/dia), eficiência de síntese de proteína microbiana (129,20 g/kgNDT), nitrogênio ureico plasmático (21,4 mg/dL), balanço de nitrogênio (123 g/dia), eficiência alimentar (1,12 kg de leite/kg de MS) e eficiência de nitrogênio (0,23 gNingerido/gNleite) não foram influenciados com a inclusão de POEM. A produção de leite sem (19,98 kg/dia) e com correção para 3,5% de

gordura (20,12 kg/dia), os teores de gordura (3,58 g/100g); proteína (3,3 g/100g); lactose (4,36g/100g); sólidos totais (12,26 g/100g); caseína (2,5 g/100g) e ureia (18,04 mg/dL) não foram influenciados pela substituição). O AG do leite mais abundante em todos os tratamentos foi o ácido palmítico (C16:0) seguido do ácido mirístico (C14:0). A concentração de C16:0 tendeu reduzir ($P < 0,1$) com a substituição de Miúda por OEM, já C14:0 apresentou concentração média de 11,811 g/100g GL. A concentração individual dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), assim como os de ácidos graxos de cadeia média (C11:0 – C15:0) não foram influenciados pelas dietas experimentais ($P < 0,05$). Porém, a concentração dos AG ramificados (C15:0 *iso* e C15:0 *anteiso*) reduziu com a substituição. As concentrações dos ácidos graxos C16:1 *trans12*, C18:0 *iso*, C18:1 *trans10*, C18:1 *trans16* tenderam aumentar ($P < 0,10$), e as concentrações de C18:1 *cis11*, C18:1 *cis13*, C18:2 n-6 (ácido linolênico - LNA), C18:3 n-6, C18:3 n-3, C23:0, a concentração total de C18:2, ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), ômega 6 (n-6) e ômega 3 (n-3) aumentaram ($P < 0,05$) com a inclusão de OEM. A concentração dos demais ácidos graxos apresentados não foram influenciados. Recomenda-se, para vacas em lactação com produção média diária de 20 kg/dia, a substituição total da PM por POEM”.

Palavras-chave: ácidos graxos, cochonilha do carmim, produção de leite, sustentabilidade, semiárido

**THE REPLACEMENT OF *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck BY *Opuntia stricta*
(Haw) Haw ON DIETS FOR DAIRY COWS**

ABSTRACT

The aim was to evaluate the replacement effects of using *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck cv (“Miúda”) by *Opuntia stricta* (Haw) Haw (“Orelha de Elefante Mexicana” (OEM)) in diets for dairy cows on intake, nutrient digestibility, nitrogen balance, microbial protein, blood parameters, and milk performance, composition and fatty acid profile of lactating cows. Ten cows (569 kg of body weight (BW)) with an average milk yield of 20 kg/day were assigned to a double 5 × 5 Latin square. The experimental period lasted 105 days, with five consecutive periods of 21 days, that 14 were used to animal adaptation to diets and seven to data and samples collection. The experimental diets consisted of five replacement levels of “Miúda” by “OEM” (0, 25, 50, 75, and 100% on a dry matter (DM) basis) and were formulated considering the ingredients’ composition. The roughage: concentrate ratio was 70: 30 on a DM basis. The replacement of “Miúda” by OEM did not change intakes (kg/day) of DM (18.0), organic matter (OM = 16.3), crude protein (CP = 2.8), total digestible nutrients (TDN = 11.59), non fiber carbohydrates (NFC = 7.63), neutral detergent fiber (NDF = 5.7), apparent digestibility (g/kg) of DM (655), OM (694), CP (739), and NFC (950). On the other hand, apparent digestibility of total carbohydrates ($\hat{Y} = 661 + 0.476x$) and NDF ($\hat{Y} = 273 + 1.108x$) increased linearly. Microbial protein production (1,484 g/day), microbial protein efficiency (129.20 g CP/kg TDN), plasma ureic nitrogen (21.4 mg/dL), nitrogen balance (123 g/day), feed efficiency (1.12), nitrogen efficiency (0.23), milk production (19.98 kg/day), fat corrected milk production (20.12 kg/day), and milk composition were not influenced by the replacement. The most abundant fatty acids in milk fat are palmitic acid (C16:0) followed miristic acid

(C14:0). The concentration of C16:0 tended to decrease ($P < 0.1$) and C14:0 (11.811g 100-1 AG) did not change with the replacement of “Miúda” by “OEM”. The experimental diets did not influence the concentration of short-chain fatty acids (SCFA) as medium-chain fatty acids (MCFA). However, the branched chain FA (15:0 iso e 15:0 anteiso) decreased. C16:1 trans12, C18:0 iso, C18:1 trans-10, C18:1 trans-16 tended to increase ($P < 0.1$) and C16:1 trans12, C18:0 iso, C18:1 trans-10, C18:1 trans16 tended to increase ($P < 0.10$), and the concentration of C18:1 cis-11, C18:1 cis-13, C18:2 n-6 (linoleic acid - LNA), C18:3 n-6, C18:3 n-3, C23:0, the total concentration of C18:2, polyunsaturated fatty acid (PUFA), ω -6 and ω -3 increased ($P < 0.05$) with addition of OEM. The concentration of others fatty acids did not change. We therefore recommend the use of OEM in the diets of lactating cows with an average milk yield of 20 kg/day.

Keywords: fatty acids; cochineal carmine, milk yield, sustainability, semiarid

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O estado de Pernambuco é caracterizado por uma economia diversificada, com o cultivo de lavouras como milho, feijão e mandioca, com destaque para a pecuária de leite. Em 2010, foi registrada produção de leite de 861 mil litros, o que levou o estado a ocupar a oitava posição no ranking nacional, registrando incremento de 173% em sua produção entre os anos de 2000 e 2012. Cabe destacar que no estado também se encontram três cidades no ranking das 50 cidades de maior produção de leite do país. Essa atividade possui expressão econômica e, sobretudo, social, sendo uma opção na região semiárida.

A ausência de estiagem prolongada naqueles 12 anos teve também uma participação importante neste crescimento que beneficiou milhares de produtores da agricultura familiar, os quais encontraram na pecuária de leite um incremento para a renda mensal.

A produção de leite no Agreste Pernambucano corresponde a, aproximadamente, 75% da produção de todo estado. Já em Alagoas, a bacia leiteira do sertão, foi responsável por 48,66% da produção de leite do estado. A produtividade do rebanho leiteiro nestas duas regiões apresenta valores bastante competitivos, quando comparados com outras regiões produtoras de leite do Brasil.

Apesar do crescimento, a região é sujeita a períodos cíclicos de estiagens, com condições ambientais adversas, tornando o sistema produtivo vulnerável, sujeito a virtuais colapsos nas ocasiões climáticas desfavoráveis à produção, caracterizando uma fragilidade econômica para a região.

Durante o período de estiagem, com a queda da disponibilidade de forragem, é comum o aumento da utilização de alimentos concentrados, que além de não resolver o problema, e aumenta o custo de produção. Portanto, a disponibilidade de plantas

fORAGEIRAS adaptadas ao semiárido, pode reduzir os riscos dos sistemas de produção devido as irregularidades climáticas.

Desta forma, a palma se destaca como planta forrageira ideal para mitigar os efeitos de baixo rendimento da pecuária no semiárido, por apresentar aspectos fisiológicos que permitem seu pleno desenvolvimento nas condições semiáridas e por representar um ingrediente energético de baixo custo.

Deve-se ressaltar que a palma forrageira apresenta alta aceitabilidade, possui baixo teor de matéria seca, o que é favorável, uma vez que, dependendo da quantidade de palma forrageira na dieta, as necessidades hídricas podem ser supridas pela dieta.

A palma apresenta elevados teores de carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis em torno de 65%. Contudo, os teores de fibra fisicamente efetiva e proteína bruta são insuficientes para manter as condições ideais do rúmen, conseqüentemente, interferem no desempenho animal. Por isso, palma forrageira, como principal fonte de volumoso, deve ser associada a outros alimentos volumosos com alto teor de fibra fisicamente efetiva e fontes de nitrogênio.

Entretanto, há alguns anos foi introduzido no Nordeste do Brasil a Cochonilha do Carmim (*Dactylopius opuntiae*), que foi lentamente se expandindo pelos palmais, tendo no último período de estiagem encontrado condições favoráveis e dizimado ou comprometido a produtividade de milhares de hectares de palma gigante. Mesmo existindo variedades resistentes a esta praga, a maioria dos produtores de leite não acreditaram nos prejuízos que ela poderia causar. Acrescenta-se, curiosamente, que o longo período sem seca fez com que os produtores descuidassem da renovação dos seus palmais. Fato que trouxe conseqüências desastrosas para a economia local.

Na busca por soluções e estratégias para contornar o problema, a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Instituto Agrônomo de Pernambuco identificaram clones resistentes à referida praga e selecionaram aqueles com melhor desempenho agrônomo. Dentre os mais promissores estão as palmas Miúda (*Napolea cochenillifera* Salm Dyck cv) e Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* hall - OEM).

O valor nutricional da palma Miúda está bem definido, no entanto, o mesmo não se aplica a palma Orelha de Elefante Mexicana. Porém, do ponto de vista agrônomo a palma Orelha de Elefante Mexicana 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 do que a palma miúda.

Por essas virtudes, a palma Orelha de Elefante Mexicana, já vem sendo difundida entre os produtores de leite não só de Pernambuco como de todo Nordeste. Muitos já a utilizam e tem sido consenso geral, menor consumo desse genótipo em relação à miúda.

Vale salientar que a POEM foi pouco avaliada como ingrediente da dieta de vacas em lactação e, para avaliação nutricional de plantas forrageiras o uso de animais é fundamental. Dentro de um programa de melhoramento, a presença de animais tem como pressuposto básico fazer com que os resultados obtidos sejam mais representativos das condições dos sistemas de produção, os quais são feitos de duas maneiras; na primeira, o objetivo básico é seleção de material forrageiro ou de sistema de manejo; na segunda, este material ou sistema será avaliado com o objetivo de se medir a resposta animal. Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito da substituição da palma Miúda pela palma Orelha de Elefante Mexicana em dietas para vacas em lactação.

CAPÍTULO 1

Palma Orelha de Elefante Mexicana: uma nova opção para vacas em lactação no semiárido

Palma orelha de elefante mexicana: uma nova opção para vacas em lactação no semiárido

Resumo: Alguns clones de palma forrageira resistente à Cochonilha do Carmim têm sido estudados para assegurar a alta produtividade pecuária no semiárido, uma vez que essa forrageira é convencionalmente utilizada na dieta de vacas em lactação. Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito da substituição da palma Miúda (PM) pela “Orelha de Elefante Mexicana” (POEM) sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio, produção de proteína microbiana e parâmetros sanguíneos, além da produção e composição do leite de vacas em lactação. Dez vacas (569 kg de peso corporal (PC)) com produção de leite média de 20 kg/dia foram distribuídas em dois quadrados latinos 5 x 5. O período experimental teve duração de 105 dias, com cinco períodos consecutivos de 21 dias, dos quais 14 eram para adaptação e 7 para coleta de dados e amostras. As dietas isonitrogenadas consistiram em cinco níveis de substituição (0, 25, 50, 75 e 100% baseados na matéria seca (MS) da PM por POEM, com relação volumoso:concentrado 70:30 com base na MS. A substituição da PM pela POEM não influenciou os consumos de matéria seca (MS = 18,00 kg/dia; 3,06% do PC), matéria orgânica (MO = 16,3 kg/dia), proteína bruta (PB = 2,80 kg/dia), nutrientes digestíveis totais (11,59 kg/dia), carboidratos totais (13,3 kg/dia) carboidratos não fibrosos (CNF = 7,63 kg/dia), fibra em detergente neutro (5,7 kg/dia; 0,98% do PC), e digestibilidade aparente de MS (655 g/kg), MO (694 g/kg), PB (739 g/kg) e CNF (950g/kg). Por outro lado, a digestibilidade aparente dos carboidratos totais ($\hat{Y} = 661 + 0,476x$) e fibra em detergente neutro ($\hat{Y} = 273 + 1,108x$) aumentaram linearmente com a substituição. A produção microbiana (1484 g/dia), eficiência de síntese de proteína microbiana (129,20 g/kgNDT), nitrogênio ureico plasmático (21,4 mg/dL), balanço de nitrogênio (123 g/dia), eficiência alimentar (1,12 kg de leite/kg de MS) e eficiência de nitrogênio (0,23

gNingerido/gNleite) não foram influenciados com a inclusão de OEM. A produção de leite sem (19,98 kg/dia) e com correção para 3,5% de gordura (20,12 kg/dia), os teores de gordura (3,58 g/100g); proteína (3,3 g/100g); lactose (4,36g/100g); sólidos totais (12,26 g/100g); caseína (2,5 g/100g) e ureia (18,04 mg/dL) não foram influenciados pela substituição. Recomenda-se, para vacas em lactação com produção média diária de 20 kg/dia, a substituição total da PM por POEM”,

Palavras-chave: Cochonilha do carmim, produção de leite, sustentabilidade, semiárido

***Opuntia stricta* (Haw) Haw: a new option for dairy cows in semiarid regions**

C. C. F. Monteiro^{1,2*}, M. A. Ferreira¹, A. S. C. Vêras¹, S. I. Guido³, M. P. Almeida¹, R. C. Silva¹, J. G. Inácio¹

Summary: Several cochineal resistant spineless cactus varieties have been selected to ensure high agriculture performance in semiarid, once this forage is a conventional ingredient on dairy cow diets. We evaluated the effects of using *Opuntia stricta* (Haw) Haw (“Orelha de Elefante Mexicana” (OEM)) in diets for dairy cows on intake, nutrient digestibility, microbial protein, blood parameters, and performance of lactating cows. Ten cows with an average milk yield of 20 kg/day were assigned to a double 5 × 5 Latin square. The experimental diets consisted of five replacement levels of *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck cv (“Miúda”) by “OEM” (0, 25, 50, 75, and 100% on a dry matter (DM) basis) and were formulated considering the ingredients’ composition. The roughage: concentrate ratio was 70: 30 on a DM basis. The replacement of “Miúda” by OEM did not change intakes (kg/day) of DM (18.0), organic matter (16.3), CP (2.8), TDN (11.59), NFC (7.63), NDF (5.7), apparent digestibility (g/kg) of DM (655), OM (694), CP (739), and NFC (950). On the other hand, apparent digestibility of NDF increased linearly. Microbial protein production (1.484 g/day), microbial protein efficiency (129.20

g CP/kg TDN), PUN (21.4 mg/dL), nitrogen balance (123 g/day), feed efficiency (1.12), nitrogen efficiency (0.23), milk production (19.98 kg/day), fat corrected milk production (20.12 kg/day), and milk composition were not influenced by the replacement. We therefore recommend the use of OEM in the diets of lactating cows with an average milk yield of 20 kg/day.

Keywords: cochineal carmine, milk yield, sustainability, semiarid

Introdução

A palma forrageira há muito tempo é um ingrediente convencional na alimentação das diferentes categorias nos sistemas de produção de leite no Nordeste Brasileiro, principalmente, nos estados de Alagoas, Paraíba e Pernambuco. Em levantamento realizado por Oliveira et al. (2016) na bacia leiteira do estado de Pernambuco (Agreste) foi observado que 90% dos produtores de leite utilizam essa forrageira. Dentre suas características estão alto teor de água ($89\% \pm 3,67$) em sua composição, uma vez que é fonte deste nutriente, podendo suprir exigências de água de vacas em lactação (Lima et al., 2003), alto teor de carboidratos não fibrosos entre 50 e 61%, e nutrientes digestíveis totais de $65\% \pm 3,1$ (Rocha Filho, 2012).

Recentemente a cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), devastou os palmais dos clones Gigante, Redonda e o clone IPA-20, as mais utilizadas no estado de Pernambuco e provocou enormes prejuízos econômicos aos produtores de leite da região. O inseto instala-se nas raquetes de palma, forma colônias protegidas por cobertura cerosa, o que as protege dos raios de sol (Santos, 2008) e simultaneamente suga seiva e injeta toxinas. Inicialmente causa clorose, em seguida apodrecimento da raquete até destruir toda a planta (Cavalcanti, 2001).

A utilização de inseticidas para controle da cochonilha não é viável, uma vez que é inexistente um produto registrado para controle de tal praga, e o uso descontrolado de

defensivos químicos podem comprometer a sustentabilidade ambiental, trazendo prejuízos ao ecossistema.

Neste sentido, a redução das chuvas que acometeu o semiárido nordestino entre 2011 e meado de 2017 agravou a devastação dos palmais devido a dispersão rápida e descontrolada da cochonilha que é favorecida pelo clima quente que estimula vários ciclos dessa praga. Assim como, causou redução do rebanho leiteiro efetivo em 27% e redução na produção de leite em 36% no estado de Pernambuco (IBGE, 2014), devido à falta de alimentos volumosos. Já no estado de Alagoas, apesar de passar pelo mesmo período de estiagem, o rebanho foi reduzido em apenas 4% e sua produção de leite não foi afetada (IBGE, 2014). Esse fato pode ser explicado devido a maior parte da palma cultivada neste estado é o clone Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck cv), que é resistente a cochonilha do carmim.

Por isso, de forma estratégica e buscando solucionar o problema, a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Instituto Agrônomo de Pernambuco identificaram clones resistentes à referida praga e selecionaram aqueles com melhor desempenho agrônomo (Pinheiro et al., 2014; Vasconcelos et al., 2009). Dentre os mais promissores estão as palmas Miúda (PM) e Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* hall. - OEM).

Verificou-se na literatura uma maior produção de matéria seca/unidade de área da POEM (23 t de MS/ha/ano) em relação à PM (11,1 t de MS/ha/ano, Lira et al., 2011), porém, Rocha Filho (2012), conduziu um experimento com vacas mestiças em lactação com produção em torno de 12 kg/dia. O volumoso utilizado foi a silagem de sorgo e a proporção de palma na dieta foi em torno de 50%. O autor verificou queda no consumo de matéria seca (14,96 vs 12,11 kg/dia) e na produção de leite (13,5 vs 12,7 kg/dia) ao comparar a PM com OEM, e justificou parcialmente essa diferença devido aos maiores

teores de açúcares e amido observados para a palma miúda que poderiam ter contribuído para maior aceitabilidade.

Hipotetizou-se existir uma relação entre PM e OEM que maximize o consumo e digestão dos nutrientes e, conseqüentemente, o desempenho. Desta forma, objetivou-se avaliar a substituição de palma Miúda por palma Orelha de Elefante Mexicana na dieta de vacas em lactação.

Material e Métodos

Todos os procedimentos experimentais com os animais deste estudo foram aprovados pelo comitê de Ética da Universidade Federal Rural de Pernambuco, com licença N.º010/2015 e protocolo N.º23082.023976/2014. O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco, localizada na cidade de São Bento do Una-PE, na mesorregião do Agreste e microrregião de Vale do Ipojuca, coordenadas 08°31'22" Sul e 36°26'38" Oeste.

Foram utilizadas 10 vacas da raça Holandês, com produção de leite média de 20 kg de leite/dia e com peso corporal de 569 (± 49) kg, distribuídas em dois quadrados latinos 5 x 5. Os animais estavam com média de 23 semanas de lactação. O experimento foi constituído por cinco períodos, com duração de 21 dias cada, sendo os 14 primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para coleta de dados e amostras.

As dietas correspondentes a cada tratamento, isonitrogenadas, foram formuladas considerando a composição dos ingredientes e as exigências para vacas leiteiras com produção de 20 kg/dia com 3,5% de gordura, segundo o NRC (2001). Os ingredientes utilizados na ração foram silagem de cana de açúcar (SCA), palma miúda (Miúda) e palma orelha de elefante mexicana (OEM), farelo de soja (soja), fubá de milho (milho) e mistura mineral (tabela 1). As proporções dos ingredientes (Tabela 2) foram calculadas após análises prévia dos ingredientes.

Tabela 1 - Composição químicas dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Composição química (g/kg)	Ingredientes				
	Silagem de cana de açúcar	Palma Miúda	Palma OEM	Farelo de soja	Milho
Matéria seca ¹	350	150	123	895	896
Matéria orgânica ²	907	910	914	937	988
Cinzas ²	93	90	86	63	12
Proteína bruta ²	30	35	55	453	87
Fibra em detergente neutro ²	548	257	259	144	123
Fibra em detergente neutro indigestível ²	360	132	89	17	20
Carboidratos não fibrosos ²	219	574	550	332	743

g/kg base na matéria natural; ²g/kg base na matéria seca.

Os animais foram manejados em baias individuais e alimentação fornecida na forma de mistura completa, às 7h e 16h, permitindo-se 11,45 ± 0,8% de sobras. Alimentos e sobras foram amostrados durante os sete dias de cada período de coleta para quantificação dos consumos de matéria seca e nutrientes. Também, as fezes foram coletadas diretamente da ampola retal, uma vez ao dia, durante os 16º e 20º dias de cada período experimental, às 6h, 8h, 10h, 12h e 14h, respectivamente, para estimativa da produção de matéria seca fecal, necessária para cálculo da digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes (g/kg)	Níveis de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Silagem de cana de açúcar	310	310	300	300	310
Palma Miúda	390	295	200	100	0
Palma Orelha de Elefante Mexicana	0	95	200	300	390
Farelo de soja	223	220	218	215	213
Milho	50	53	56	58	60
Sal mineral	20	20	20	20	20
Ureia e sulfato de amônio (9:1)	7	7	7	7	7
Composição da dieta (g/kg MS)					
Matéria seca	411	409	405	401	401
Matéria orgânica	919	920	917	911	903
Cinzas	81	80	83	89	97
Proteína bruta	148	149	151	152	153
Nutrientes digestíveis totais	625	631	645	633	680
Fibra em detergente neutro	353	354	351	352	356
Fibra em detergente neutro indigestível	16.8	16.4	15.7	15.3	15.1
Fibra em detergente ácido	22.5	22.2	21.6	21.3	21.3
Carboidratos não fibrosos	408	406	408	407	403

As amostras dos alimentos, sobras e fezes foram armazenadas a -15°C após cada dia de coleta, logo após o término de cada período foram feitas amostras compostas, secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas e processadas em moinhos de facas com peneiras de 2 mm para incubação ruminal *in situ* e 1 mm para análises químicas.

Para estimativa de produção de matéria seca fecal, foram incubados no rúmen amostras dos volumosos, sobras e fezes (0,8g) e concentrados (1,0g) em sacos de TNT, por 288 horas, segundo metodologia descrita por Huhtanen et al. (1994). Após esse

período foi realizada análise de FDN e a FDNi foi utilizada como marcador interno para estimativa da produção de matéria seca fecal e digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes. A estimativa da excreção de matéria seca fecal foi obtida pela relação entre a quantidade do indicador interno FDNi e sua concentração nas fezes.

Os teores de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram analisados como descrito pela AOAC (2000). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e Lignina (LIG) foram analisadas segundo método de Mertens (2002). As análises de fibra foram realizadas em autoclave, utilizando sacos de TNT (tecido-não-tecido), com dimensões de 5 x 5 cm, mantendo-se relação média de 20 mg de MS/cm² de tecido e 100 mL de detergente/g de amostra seca ao ar. Anteriormente à realização da análise de FDN, as amostras foram tratadas com alfa amilase termoestável sem uso de sulfito de sódio, os resíduos das amostras da FDN foram corrigidas para cinzas e compostos nitrogenados (Licitra et al., 1996), assim como analisadas FDA e LIG sequencialmente.

Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados adaptando-se o proposto por Hall (2001), sendo: $CNF = 100 - (\%PB + \%FDN + \%EE + \%Cinzas)$.

Amostras de sangue foram coletadas no 18º dia, quatro horas após alimentação matinal, por punção da veia coccígea, utilizando tubos sem anticoagulante para posteriores análises de concentrações de ácidos graxos não esterificados, ureia e β-hidroxi-butirato, e utilizando-se tubos com anticoagulante (Fluoreto) para análise de concentração de glicose. Imediatamente, foram centrifugadas a 2100 x g por minuto, retiradas amostras de soro e plasma, respectivamente, acondicionadas em tubo eppendorf e congeladas a -15°C para realização das análises.

No mesmo momento às coletas de sangue, amostras *spot* de urina foram obtidas de todas as vacas, durante micção estimulada por massagem na vulva. A urina foi filtrada

em gaze e alíquotas de 10 mL foram retiradas e diluídas imediatamente em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,072 N, e armazenadas a -15°C para posteriores análises de nitrogênio total, uréia, alantoína (AL), ácido úrico (AU) e creatinina.

As análises de AL na urina e no leite foram realizadas utilizando-se o método colorimétrico, segundo descrito por Chen & Gomes (1992). As análises de ureia foram realizadas por meio de sistema enzimático-colorimétrico pelo método urease, utilizando-se *kits* comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.). As análises de ácido úrico na urina foram realizadas por meio do método enzimático-Trinder, utilizando-se *kits* comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.). As análises de creatinina na urina foram realizadas por meio do método de ponto final com picrato e acidificante, utilizando-se *kits* comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.).

O volume urinário total diário foi estimado dividindo-se as excreções urinárias diárias de creatinina pelos valores observados de concentrado de creatinina na urina, segundo Valadares Filho & Valadares (2001). A excreção urinária diária de creatinina foi estimada a partir da proposição de 24,05 mg/kg de peso corporal (PC) de creatinina (Chizzotti et al., 2008).

A excreção total de derivados de purina (PT) foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina e da quantidade de alantoína excretada no leite. As purinas absorvidas (PA, mmol/dia) serão calculadas a partir da excreção de PT (PT, mmol/dia), por meio da equação $PA = (PT - 0,512 \times PC^{0,75})/0,85$, em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas (Verbic et al., 1990) e $0,512 \times PV^{0,75}$ a contribuição endógena para excreção de purinas obtida para vacas leiteiras (Gonzalez-Ronquillo et al., 2003).

A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (N_{mic} , g/dia) foi calculada em função das PA (mmol/dia), por meio da equação $N_{mic} = (70 \times PA)/(0,83 \times$

0,116 x 1000), em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116, a relação N-purina:N total nas bactérias (Chen & Gomes, 1992).

O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido (Ning) e o total de nitrogênio excretado nas fezes (N-fezes), no leite (N-leite) e na urina (N-urina). A avaliação do nitrogênio total nas fezes foi feita segundo técnica descrita por Silva & Queiroz (2002). O N-leite foi quantificado utilizando-se a proteína total do leite (PTL/6,38) e o nitrogênio da urina foi estimado a partir do nível de N-leite a partir da equação de Jonker et al. (1999), $[N\text{-urina (g/dia)} = 12,54 * N\text{-leite (mg/dL)}]$.

As vacas foram ordenhadas mecanicamente, duas vezes ao dia, fazendo-se registro da produção de leite do 15° ao 21° dia de cada período experimental. Por meio de dispositivo acoplado à ordenhadeira foram coletadas amostras de leite no 18° e 19° dias, nas duas ordenhas, fazendo-se amostras compostas proporcionais à produção de leite. Foram retiradas de cada amostra composta uma alíquota de 50 mL acondicionadas em frasco plástico com conservante (Bronopol®), mantidos entre 2 e 6°C, e encaminhadas para o Laboratório PROGENE – Programa de Gerenciamento de Rebanhos leiteiros do Nordeste, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para avaliação dos teores de lactose, gordura, proteína, sólidos totais e sólidos não gordurosos, caseína e ureia segundo métodos descritos pelo International Dairy Federation (1996); Outra alíquota de 10 mL de leite foi desproteïnizada com 5 mL ácido tricloacético (25%), filtrada em papel-filtro e armazenada -15°C para posterior análise de alantoína. A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC) foi estimada segundo Sklan et al. (1992). $PLC = [(0,432 + 0,1625 \times \% \text{gordura do leite}) \times PL \text{ em kg/dia}]$.

Para caracterização do desaparecimento ruminal de MS e FDN foi utilizada uma vaca mestiça não lactante com fístula permanente no rúmen, alimentada duas vezes ao dia com dieta 70% de volumoso e 30% concentrado. Foram incubadas duas amostras de cada palma (miúda e OEM) por tempo de incubação (0, 3, 6, 9, 12, 24, 48 e 72 horas). Os sacos de incubação eram de TNT, com dimensões de 7x4x2 cm, adicionados 1,6g de palma com tamanho de partícula de 2 mm, o que permitiu 28,6 mg de amostra/cm².

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento Mixed do programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2009).

As análises foram procedidas segundo o modelo estatístico:

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

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 a média 0 e variância σ^2 .

Resultados e discussão

Os consumos de matéria seca (18,00 kg/dia; 3,06% do PC), matéria orgânica (16,3 kg/dia), proteína bruta (2,80 kg/dia), nutrientes digestíveis totais (11,59 kg/dia), carboidratos não fibrosos (7,63 kg/dia), fibra em detergente neutro (5,7 kg/dia; 0,98% do peso vivo), e digestibilidades aparente de MS (655 g/kg), MO (694 g/kg), PB (739 g/kg) e CNF (950g/kg) não foram influenciados pela inclusão de OEM. Por outro lado, a digestibilidade aparente dos carboidratos totais ($\hat{Y} = 661 + 0,476x$) e fibra em detergente neutro ($\hat{Y} = 273 + 1,108x$) aumentaram linearmente com a substituição de miúda por OEM (Tabela 3).

Tabela 3 - Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite

Consumo	Níveis de Substituição (%)					EPM	P Valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
Matéria seca (kg/dia)	18,1	18,2	18,0	18,2	17,5	0,117	0,178	0,254
Matéria seca (% peso corporal)	3,16	3,18	3,17	3,19	3,06	0,303	0,223	0,142
Matéria orgânica (kg/dia)	16,3	16,4	16,23	16,5	15,9	0,106	0,423	0,578
Proteína bruta (kg/dia)	2,77	2,81	2,77	2,88	2,79	0,070	0,477	0,466
Nutrientes digestíveis totais (kg/dia)	11,3	11,5	11,6	11,6	11,9	0,100	0,071	0,485
Carboidratos não fibrosos (kg/dia)	7,71	7,73	7,63	7,58	7,51	0,159	0,316	0,789
Fibra em detergente neutro (kg/dia)	5,65	5,69	5,63	5,90	5,46	0,116	0,726	0,311
Fibra em detergente neutro (% PC)	0,98	0,99	0,99	1,00	0,95	0,127	0,933	0,263
Digestibilidade (g/kg de MS)								
Matéria seca	635	652	654	648	686	0,472	0,120	0,442
Matéria orgânica	690	680	710	690	700	0,773	0,412	0,689
Proteína bruta	724	729	742	734	764	0,473	0,164	0,458
Carboidratos não fibrosos	938	944	952	950	964	0,511	0,180	0,854
Fibra em detergente neutro	279	293	329	379	387	1,161	0,049	0,972

Os consumos médios de matéria seca (18,1 kg/dia) e proteína bruta (2,89 kg/dia) foram semelhantes aos preconizados pelo NRC (2001) (18,05 e 2,62 kg/dia, respectivamente) e para vacas com as mesmas características. Houve excesso (0,83 kg/dia) no consumo de NDT, que segundo o NRC (1989), seria suficiente para propiciar um ganho 0,370 kg/dia. Apesar do delineamento não ser ideal para avaliar a variação de peso, os animais ganharam durante todo o período experimental, em média, 0,23 kg/dia. Vacas em lactação a partir da 14^a semana tendem recuperar as reservas corporais utilizadas durante e balanço energético negativo, no início da lactação (NRC, 2001).

A digestibilidade da FDN aumentou com a substituição de PM por POEM e consequentemente. Esse comportamento deve-se ao mais rápido desaparecimento da FDN da OEM no rúmen (Figura 1) e pelo maior teor de FDNi verificado na palma miúda (tabela 1). Apesar da melhor digestibilidade aparente da FDN, os consumos de matéria seca e nutrientes não foram influenciados.

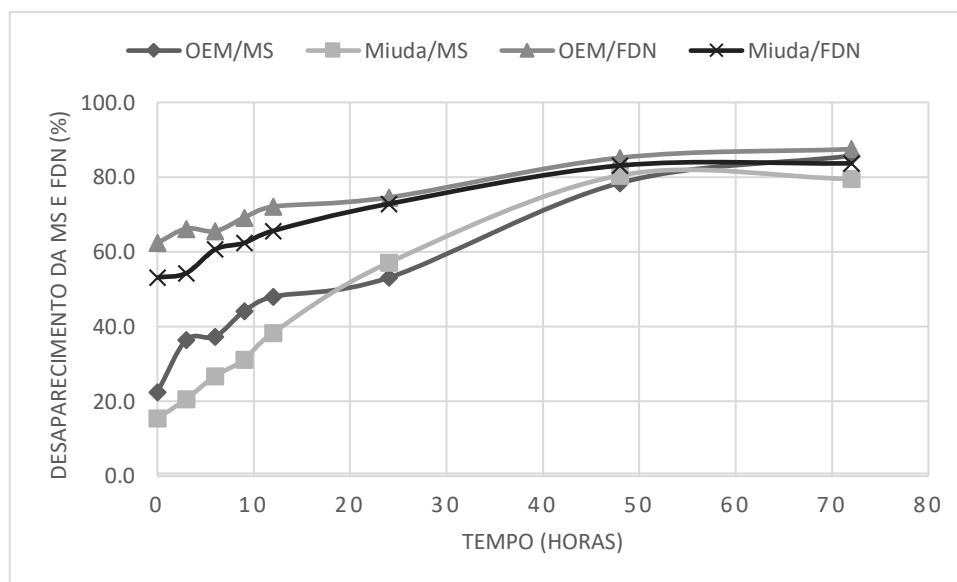


Figura 4 Desaparecimento da MS e FDN através da incubação ruminal das palmas Miúda e Orelha de Elefante Mexicana (OEM)

Na literatura verificou-se que a composição bromatológica das Miúda e OEM são semelhantes. Rocha filho (2012) verificou teores de matéria seca, matéria orgânica, CNF e FDN na ordem de 96 e 82 g/kg de matéria natural e 848 e 860; 539 e 549; e 246 e 250 g/kg de matéria seca, para PM e OEM, respectivamente. Da mesma forma Moraes (2012) verificou para a Miúda e OEM valores muito próximos dos acima mencionados. Como o consumo não foi influenciado, o comportamento verificado para digestibilidade pode ser explicado pela semelhança na composição bromatológica dos dois genótipos de palma estudados, com exceção da digestibilidade de FDN.

Produção microbiana (1484 g/dia), eficiência microbiana (129,20 gPB/kgNDT), nitrogênio ureico plasmático (21,4 mg/dL), concentração de glicose sanguínea (43

mg/dL), β -OH-butirato (0,81 mg/dL), ácidos graxos livres (0,31 mg/dL), eficiência alimentar (1,12), eficiência de nitrogênio (0,23 N leite/N consumido) e o balanço de nitrogênio (123 g/dia) não foram influenciados com a inclusão de OEM (Tabela 4).

Tabela 5 - Produção e eficiência microbiana, parâmetros sanguíneos, balanço de nitrogênio

Item	Níveis de Substituição (%)					EPM	P Valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
Produção microbiana (g/dia)	1651	1387	1290	1556	1537	45,10	0,837	0,135
Eficiência microbiana (gPB/kgNDT)	146	122	113	136	129	3,72	0,438	0,136
<i>Parâmetros sanguíneos</i>								
Nitrogênio Ureico plasmático (mg/dL)	20,1	23,1	21,6	21,2	20,8	0,701	0,749	0,254
Glicose	44,1	43,5	44,5	40,0	42,9	0,707	0,144	0,145
β -hidroxi butirato	0,71	0,84	0,86	0,83	0,83	0,023	0,108	0,349
Ácidos graxos livres	0,19	0,44	0,18	0,26	0,46	0,061	0,455	0,456
Ureia (mg/dL)	17,2	18,7	18,3	18,8	17,2	1,10	0,6	0,07
Eficiência alimentar (PL/CMS)	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	0,07	0,20	0,21
Eficiência de nitrogênio (N leite/Ncon)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,003	0,132	0,775
Balanço de nitrogênio (g/dia)	117	116	124	120	140	7,25	0,133	0,363

Da mesma forma, a semelhança da composição das dietas não influenciou BN, utilização de nitrogênio, produção microbiana, eficiência microbiana, NUP, eficiência alimentar e eficiência de utilização de nitrogênio. A eficiência microbiana (129,20 gPmic/kgNDT) está muito próximo aos 130 g/kg sugerido pelo NRC (2001). Alguns fatores que influenciam a utilização da PB da dieta são complexos e relacionados com a suplementação adequada de proteína degradada no rúmen (PDR) e proteína não degradada no rúmen (PNDR), em quantidades suficientes, com digestibilidade intestinal adequada, e um aporte de aminoácidos para complementar a proteína microbiana (Broderick 2003). Por isso deve-se garantir fornecimento de CNF apropriado para

disponibilizar energia bastante, com intuito de aumentar a síntese de proteína microbiana ruminal, uma vez que existe a necessidade de sincronismo entre o fornecimento de ATP e utilização de N pelos micro-organismos ruminais, com consequente manutenção da concentração de amônia ideal no rúmen.

A concentração ácido graxos não-esterificados (AGNE; $0,31 \text{ mmol L}^{-1}$) não foi influenciada pela substituição de Miúda por OEM (Monteiro et al., em revisão). Valores de AGNE inferiores a $0,4 \text{ mmol L}^{-1}$, indicam nenhuma ou baixa mobilização de gordura corporal (González et al., 2010), o que sugere o ideal aporte de nutrientes e balanceamento das dietas. Isso indica que as alterações no perfil de AG foram devido à inclusão de OEM, já que a concentração desse metabólito geralmente é mais elevada em vacas de alta produção, em início de lactação, momento em que normalmente ocorre balanço energético negativo, aumentando a concentração de AGCL no leite (Nogalski et al., 2012).

A produção de leite sem (19,98 kg/dia) e com correção para 3,5% de gordura (20,12 kg/dia), os teores de gordura (3,58 g/100g); proteína (3,3 g/100); lactose (4,36g/100g); sólidos totais (12,26 g/100g); caseína (2,5 g/100g), ureia (18,04 mg/dL), não foram influenciados com a substituição (Tabela 5).

Rocha Filho (2012) verificou menor consumo e PL para vacas alimentadas com OEM em comparação a miúda. O autor relacionou esse comportamento ao maior teor de açúcar e amido da palma miúda. Porém, vale ressaltar que esse foi o único trabalho encontrado na literatura com o uso da OEM na dieta de vacas em lactação. Outros aspectos que podem ter contribuído para essa diferença de comportamento, do citado trabalho, merecem ser destacados como a proporção de palma nas dietas que foi um pouco maior (44%) e vacas de menor produção (12 kg/dia), consequentemente menos exigentes

e a pouca participação de concentrado na dieta (15% de farelo de soja), o que não ajudou melhorar a aceitabilidade da dieta com OEM.

Tabela 6 - Produção e composição do leite

Item	Níveis de Substituição (%)					EPM	P Valor	
	0	25	50	75	100		Linear	Quadrática
Produção de leite (kg/dia)	19,8	20,2	19,8	19,9	19,9	0,153	0,459	0,426
Leite corrigido 3,5% (kg/dia)	20,1	20,8	19,8	19,6	20,3	0,389	0,569	0,465
Gordura (g/100g)	3,6	3,7	3,5	3,4	3,7	0,077	0,452	0,125
Proteína (g/100g)	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	0,123	0,143	0,313
Lactose (g/100g)	4,4	4,4	4,4	4,4	4,2	0,112	0,110	0,148
Sólidos totais (g/100g)	12,3	12,4	12,2	12,1	12,3	0,113	0,120	0,401
Caseína (g/100g)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	0,096	0,344	0,422

A produção e composição do leite não foram alterados devido ao consumo adequado dos nutrientes. Desta forma, é possível fornecer dietas com relação volumoso:concentrado (70:30) Ferreira et al. (2009) para vacas com produção média de 20 kg de leite/dia, quando a palma não é ingrediente da dieta essa maior relação volume:concentrado não permite tal desempenho (Figueiroa et al., 2013; Lima et al., 2014;) A relação entre as porcentagens de FDN e CNF em todas as dietas foi similar ao proposto pelo NRC (2001). As dietas proporcionaram condições de manter o teor de gordura do leite devido a silagem fornecida ter sido de partículas grosseiras e contribuir com 199 g/kg da FDN da dieta (NRC, 2001), e a palma proporcionar condições ruminiais que permitam maior relação acetato:propionato (Lins et al., 2016).

A média de ureia no leite do presente está próxima da faixa de 10 a 17 mg/dL (Jonker et al., 1999; Vasconcelos et al., 2010; Acharya et al., 2015). Valores superiores aos 17 mg/L caracterizam consumo excessivo de nitrogênio ou proteína degradada no rúmen, assim como déficits energético com consequente acúmulo de NH₃ ruminal, e

valores abaixo indicam déficits proteico. Dessa forma, confirma-se o sincronismo de fornecimento de energia e proteína das dietas estudadas. A relação média entre NUP e ureia do leite foi de 0,87, próximos aos valores relatados Vasconcelos et al. (2010) e Piccioli-Cappelli et al. (2014).

Os resultados apresentados no presente trabalho são promissores para melhorar o desempenho dos animais da bacia leiteira do estado de Pernambuco e toda região semiárido, uma vez que está sendo provado que a OEM proporciona resultados tão bons quanto Miúda para animais com as características especificadas anteriormente. Assim, será possível utilizar mais de um clone de palma forrageira, como garantia de banco de alimentos, uma vez que novas pragas ou adversidades podem surgir. Desta forma, os riscos para os sistemas de produção poderiam ser reduzidos e possivelmente garantir alimento nos períodos de estiagens prolongadas ou baixa precipitação. Neste sentido, essas respostas devem ser disseminadas imediatamente no campo, assegurando o sustento das diversas propriedades leiteiras e melhorando os índices de produção de leite nesses estados.

Além disso, a utilização de palma nas dietas de ruminantes reduz o custo de produção pois esse ingrediente pode substituir parcialmente alimentos concentrados (Monteiro et al., 2014; Araújo et al., 2004), que são os mais onerosos. Portanto, fica clara a eficiência da relação volumoso:concentrado de 70:30 de dietas utilizando-se palma forrageira.

Conclusão

Recomenda-se a substituição total da PM por OEM, em dietas para vacas com produção média de 20 kg/dia e com a relação 40% de palma, 30% de silagem de cana de açúcar e 30% de concentrado.

Referências Bibliográficas

- Acharya, I.P., Schingothe, D.J., Kalscheur, K.F., and Casper, D.P. 2015. Response of lactating dairy cows to dietary protein from canola meal or distillers' grains on dry matter intake, milk production, milk composition, and amino acid status. *Can. J. Anim. Sci.*, **95**, 267-279.
- AOAC, O., 2000. *Cial Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Araújo, P.R.B.; Ferreira, M.A.; Brasil, L.H.A.; Santos, D.C.; Lima, R.M.B.; Vêras, A.S.C.; Santos, M.V.F.; Bispo, S.V.; Azevedo, M., 2004. Substituição de milho por palma forrageira em dietas completas para vacas em lactação. *Revista Brasileira de zootecnia*, **33**, 1850-1857.
- Batista, A.M.; Mustafa, A.F.; Mcallister, T.; Wang, Y.; Soita, H.; McKinnon, J.J., 2003. Effects of variety on chemical composition, in situ nutrient disappearance and *in vitro* gas production on spineless cacti. *Journal of Science Food and Agriculture*, **83**, 440-445.
- Broderick, G.A., 2003. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, **6**, 1370-1381.
- Cavalcanti, V.A.L.B.; Sena, R.C.; Coutinho, J.L.B., 2001. Controle das cochonilhas da palma forrageira. *Boletim IPA Responde*, **38**, 1-2. <http://www.ipa.br/resp38.php> acessado em 01 de Dezembro de 2015.
- Chen, X.B.; Gomes, M.J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of technical details. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK, (Occasional publication), 21p.

- Chizzotti, M.L., Valadares Filho, S.C., Valadares, R.F.D., Chizzotti, F.H.M., Tedeschi, L.O. 2008. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. *Livestock Science*, **113**, 218-225.
- Figueiroa, F.J., Marchi, F.E., Santos, G.T., Santos, W.B.R., Kazana, D.C.D., Leite, L.C., Branco, A.F., Damasceno, J.C. 2013. Production, composition and fatty acid profile of milk and butter texture of dairy cows fed ground or pelleted concentrate with sunflower and/or lignosulfonate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **42**, 743-750.
- Ferreira, M. A.; Pessoa, R. A. S.; Silva, F. M.; Bispo, S.V., 2011. Palma forrageira e ureia na alimentação de vacas leiteiras. Recife: EDUFRPE – 2011. 40 p.:il.
- Ferreira, M.A.; Silva, M.F.; Bispo, S.V.; Azevedo, M., 2009. Estratégia na suplementação de vacas leiteiras no semiárido do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **38**, 322-329 (suplemento especial).
- González-Ronquillo, M.; Balcells, J.; Guada, J.A.; Vicente, F., 2003. Purine derivative excretion in dairy cows: Endogenous excretion and the effect of exogenous nucleic acid supply. *Journal of Dairy Science*, **86**, 1282-1291.
- Hall, M.B. 2001 Recentes avanços em carboidratos não-fibrosos na nutrição de vacas leiteiras In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras, *Anais...* Lavras: Universidade Federal de Lavras, 149-159.
- Huhtanen, P.; Kaustell K.; Jaakkola, S., 1994. The use of internal markers to predict total digestibility and duodenal flow of nutrients in cattle given six different diets. *Animal Feed Science and Technology*, **48**, 211–227.
- Instituto de Geografia e Estatística – IBGE. 2014. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ppm/default.asp?o=28&i=P> Acesso em 15 de Junho de 2016.

- IDF – INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. 1996. Whole milk. Determination of milkfat, protein and lactose content Guide for the operation of mid-infra-red instruments. Bruxelas.
- Jonker, J.S.; Kohn, R.A.; Erdman, R.A., 1999. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to national research council recommendations. *Journal of Animal Science*, **82**, 1261-1273.
- Licitra, G.; Hernandez, T.M.; Van Soest, P.J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, **57**, 347–358.
- Lima, M.L.P., Simili, F.F., Medeiros, M.I.M., Neto, G.B., Ribeiro, E.G., Paz, C.C.P. 2014. Performance and rumen parameters of crossbred dairy cows fed two sugarcane varieties combined or not with soybeanhulls. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **43**, 654-661.
- Lima, R.M.B.; Ferreira, M.A.; Brasil, L.H.A.; Araújo, P.R.B.; Vêras, A.S.C.; Santos, D.C.; Cruz, M.A.O.M.; Melo, A.A.S.; Oliveira, T.N.; Souza, I.S., 2003. Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, **25**, 347-353.
- Lins, S.E.B., Pessoa, R.A.D., Ferreira, M.A, Campos, J.M.S., Silva, J.A.B.A., Silva, J.L, Santos, S.A., Melo, T.T.B. 2016. Spineless cactus as a replacement for wheat bran in sugar cane-based diet for sheeps: ontake, digestibility, and ruminal parameters. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **45**, 26-31.
- Lira, M.A., Santos, D.C., Silva, M.C. 2011. Genética e melhoramento da palma forrageira. In: Congresso Brasileiro de palma e outras cactáceas, 2, Granahuns, 2011. Anais... Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

- Melo, A.A.D.; Ferreira, M.A.; Veras, A.S.C.; Lira, M.A.; Lima, L.E.; Vilela, M.S.; Melo, E.O.S.; Araujo, P.R.B., 2003. Substituição parcial de farelo de soja por ureia e palma forrageira (*Opuntia ficua indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. I. Desempenho. Revista Brasileira de Zootecnia, **32**, 727-736.
- Mertens, D.R., 2002. Análise de fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. Proceedings of 29th Annual Meeting of Brazilian Society of Animal Science, 188-219. Lavras, Brazil.
- Monteiro, C.C.F.; Melo, A.A.S.; Ferreira, M.A.; Campos, J.M.S.; Souza, J.S.R.; Silva, E.T.S.; Andrade, R.P.; Silva, E.C., 2014. 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 and Production, **46**, 1149-1154.
- Moraes, A.C.A. 2012. Valor nutritivo de diferentes variedades de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim. (Dissertação de mestrado não publicada, Universidade Federal Rural de Pernambuco).
- NRC, 2001. National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington, D.C.
- NRC, 1989. National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington, D.C.
- Oliveira, M.C., Campos, J.M.S., Oliveira, A.S., Ferreira, M.A., Melo, A.A.S. 2016. Benchmarks for milk production systems in the Pernambuco Agreste region, Northeastern Brazil. Revista Caatinga, **29**, 725-734.
- Picciolli-Cappelli, F.; Looor, J.J.; Seal, C.J.; Minuti, A. e Trevisi, E. 2014. Effect of dietary starch level and high rumen-undegradable protein on endocrine-metabolic status, milk yield, and milk composition in dairy cows during early and late lactation. J. Dairy Sci., **97**, 7788–7803.

- Pinheiro, K.M.; Silva, T.G.F.; Carvalho, H.F.S.; Santos, J.E.O.; Morais, J.E.F.; Zolnier, S.; Santos, D.C., 2014. Correlações do índice de área de cladódio com características morfogênicas e produtivas de palma forrageira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **49**, 939-247.
- Ramos, A.O.; Ferreira, M.A.; Santos, D.C.; Vêras, A.S.C.; Conceição, M.G.; Silva, E.C.; Souza, A.R.D.L; Salla, L.E., 2015. Associação de palma forrageira com feno de maniçoba ou silagem de sorgo e duas proporções de concentrado na dieta de vacas em lactação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, **32**, 189-197.
- Rocha Filho, R.R. 2012. Palma gigante e genótipos resistentes à cochonilha do carmim em dietas para ruminantes, (Tese de doutorado não publicada, Universidade Federal Rural de Pernambuco).
- Santos, D.C., Lira, M.A., Silva, M.C., et al. 2008. Características agrônômicas de clones de palma resistente a cochonilha do carmim em Pernambuco. In: V Congresso Nordeste de produção animal, 2008, Aracaju, Brasil.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user's Guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869p.
- Silva, D.J.; Queiroz, A.C., 2002. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa.
- Sklan, D.; Ashkenazi, R.; Braun, A.; Devorin, A.; Tabori, K., 1992. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. *Journal of Dairy Science*, **75**, 2463-2472.
- Valadares Filho, S.C.; Paulino, P.V.R.; Magalhães, K.A., 2006. *Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-CORTE*. 1.ed. – Viçosa : UFV, DZO.

- Valadares Filho, S.C.; Valadares, R.D.F.. 2001. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: II SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO. Lavras. Anais... 229-247.
- Vasconcelos, A.M., Leão, M.I., Valadares Filho, S.C., Valadares, R.F.D., Dias, M., Morais, D.A.E.F. 2010. Parâmetros ruminais balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja e seus subprodutos. R. Bras. Zootec., **39**, 425-433.
- Verbic, J.; Chen, X.B.; Macleod, N.A.; Orskov, E.R., 1990. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. Journal of Agricultural Science, **114**, 243-248.
- SAS - Statistical Analysis System. Sas/Stat User's Guide. 4.ed. Cary: 1989.
- Wanderley, W.L.; Ferreira, M.A.; Batista, A.M.V.; Vêras, A.S.C.; Santos, D.C.; Urbano, S.A.; Bispo, S.V., 2012. Silagens e fenos em associação à palma forrageira para vacas em lactação. Consumo, digestibilidade e desempenho. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, **13**, 745-754.

CAPÍTULO 2

Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com palma forrageira

Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com palma forrageira

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito da substituição de palma *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck cv (“Miúda”) por *Opuntia stricya* (Haw) Haw “Orelha de Elefante Mexicana” (OEM) sobre o perfil de ácidos graxos do leite. Foram utilizadas 10 vacas da raça Holandesa, com produção de leite (PL) diária de 20 kg dia⁻¹, distribuídas em dois quadrados latinos 5 x 5. O experimento foi constituído por cinco períodos, com duração de 21 dias cada, sendo os 14 primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para coleta de dados e amostras. As dietas experimentais consistiam de cinco níveis de substituição de “Miúda” por “OEM” (0, 25, 50, 75, e 100%) com base na matéria seca, formuladas considerando a composição do alimentos, com relação volumoso:concentrado 70:30. O AG do leite mais abundante em todos os tratamentos foi o ácido palmítico (C16:0) seguido do ácido mirístico (C14:0). A concentração de C16:0 tendeu reduzir ($P < 0,1$) com a substituição de Miúda por OEM, já C14:0 apresentou concentração média de 11,811 g 100g⁻¹ AG. A concentração individual dos ácidos de graxos de cadeia curta (AGCC), assim como os de ácidos graxos de cadeia média (C11:0 – C15:0) não foram influenciados pelas dietas experimentais ($P > 0,05$). Porém, a concentração dos AG ramificados (C15:0 *iso* e C15:0 *anteiso*) reduziu com a substituição ($P < 0,05$). As concentrações dos ácidos graxos C16:1 *trans12*, C18:0 *iso*, C18:1 *trans10*, C18:1 *trans16* tenderam aumentar ($P < 0,1$), e as concentrações de C18:1 *cis11*, C18:1 *cis13*, C18:2 n-6 (ácido linoleico - LNA), C18:3 n-6, C18:3 n-3, C23:0, a concentração total de C18:2, ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), ômega 6 (n-6) e ômega 3 (n-3) aumentaram ($P < 0,05$) com a inclusão de OEM. A concentração dos demais ácidos graxos apresentados não foram influenciados. De acordo com o exposto, conclui-se que dietas contendo palma forrageira favorecem alta concentração de C16:0 na gordura do leite, e que a palma OEM pouco

altera o perfil de AG do leite e índices de qualidade nutricional quando comparadas com o leite de animais alimentados com palma Miúda.

Palavras-chave: cochonilha do carmim, extrato etéreo, qualidade nutricional da gordura do leite, semiárido

Milk fatty acids profile of cows fed with spineless cactus

Abstract: The aim was to evaluate the replacement effect of *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck (“Miúda”) by *Opuntia stricta* (Haw) Haw (“Orelha de Elefante Mexicana”) (OEM) on milk fat profile. Ten Holstein cows with an average milk yield of 20 kg/day were assigned to a 5 × 5 double Latin square. The experimental diets consisted of five replacement levels of “Miúda” by “OEM” (0, 25, 50, 75, and 100% on a dry matter (DM) basis) and were formulated considering the ingredients’ composition. The roughage: concentrate ratio was 70: 30 on a DM basis. The replacement of “Miúda” by OEM did not change intakes (kg day⁻¹) of DM (18.0), ether extract (0.176 kg day⁻¹), milk production (19,98 kg day⁻¹), the corrected milk production (20.12 kg day⁻¹), milk fat (3.58 g 100g⁻¹), β-OH-butyrate (0.81 mg dL⁻¹), non-esterified milk fatty (0.31 mg dL⁻¹). The most abundant fatty acids in milk fat are palmitic acid (C16:0) followed miristic acid (C14:0). The concentration of C16:0 tended to decrease (P<0.1) and C14:0 (11.811g 100⁻¹ AG) did not change with the replacement of “Miúda” by “OEM”. The experimental diets did not influence the concentration of short-chain fatty acids (SCFA) as medium-chain fatty acids (MCFA). However, the branched chain FA (15:0 iso e 15:0 anteiso) decreased. C16:1 trans12, C18:0 iso, C18:1 trans-10, C18:1 trans-16 tended to increase (P<0.1) and C16:1 trans12, C18:0 iso, C18:1 trans-10, C18:1 trans16 tended to increase (P<0.10), and the concentration of C18:1 cis-11, C18:1 cis-13, C18:2 n-6 (linoleic acid - LNA), C18:3 n-6, C18:3 n-3, C23:0, the total concentration of C18:2, polyunsaturated fatty acid

(PUFA), ω -6 and ω -3 increased ($P < 0.05$) with addition of OEM. The concentration of others fatty acids did not change. We concluded that diets with spineless cactus have a greater concentration of C16:0 on milk fat. OEM has low influence on milk FA profile when compared with milk fat from cows fed with “Miuda”.

Keywords: cochineal carmine, ether extract, nutritional quality of milk fat, semiarid

Introdução

O leite e seus produtos são importantes componentes da dieta de humanos, ofertando nutrientes como proteína, gordura, carboidratos e minerais. Mas a qualidade desses nutrientes, principalmente, gordura, têm chamado atenção dos pesquisadores e consumidores, no que se diz respeito ao perfil de ácidos graxos (AG). Altas concentrações de ácidos graxos saturados, como, ácido láurico (C12:0), ácido mirístico (C14:0) e ácido palmítico (C16:0) estão ligados a efeitos negativos na saúde humana, como aumento dos riscos de doenças cardiovasculares.

Os ácidos graxos (C4 a C14) e cerca de 50% dos C16 são sintetizados a partir da síntese *de novo* da glândula mamária utilizando o acetato e o butirato oriundos da fermentação ruminal (Palmquist et al., 1993). A outra parte dos C16 e os ácidos graxos de cadeia longa (>C18) são drenados da corrente sanguínea (Santos, 2002) e originados da absorção intestinal, fígado e tecido adiposo.

Alguns fatores como raça e estágio de lactação, podem influenciar o perfil de AG do leite de vacas, dos quais, a composição e os ingredientes das dietas apresentam-se como os principais, incluindo manejo alimentar (Grinari et al., 1998; Elgersma et al., 2006).

Na região semiárida do Brasil, a palma forrageira (*Opuntia e Napolea*) é ingrediente convencional na dieta de vacas em lactação. Nos últimos anos, os palmais dos clones Gigante, Redonda e IPA-20 da região foram devastados pela cochonilha do

carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell) provocando enormes prejuízos econômicos aos produtores de leite da região. Por isso, de forma estratégica e buscando solucionar o problema, a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) identificaram clones resistentes à referida praga e selecionaram aqueles com melhor desempenho agrônomo (Pinheiro et al., 2014; Vasconcelos et al., 2010). Dentre os mais promissores estão as palmas Miúda (PM) e Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia spp.* - OEM).

Rocha Filho (2012) avaliou perfil de ácido graxos do leite de vacas alimentadas com os clones Gigante, Miúda, Orelha de Elefante Mexicana e Sertânea. Independente do material utilizado, verificou alto teor de C16 (33,58 – 49,28 g 100g⁻¹ de AG) e com teor médio de ácidos graxos saturados de 77,84 g 100g⁻¹.

Hipotetizou-se que a substituição de palma Miúda e palma Orelha de Elefante Mexicana alteraria o perfil de ácidos graxos do leite. Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito da substituição de palma *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck cv (“Miúda”) por *Opuntia stricya* (Haw) Haw “Orelha de Elefante Mexicana” (OEM) sobre o perfil de ácidos graxos do leite.

Material e Métodos

1. 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 N.º 010/2015 e protocolo N.º 23082.023976/2014.

O estudo foi conduzido na estação experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), localizada na cidade de São Bento do Una, mesorregião do Agreste de Pernambuco – Brasil.

Foram utilizadas 10 vacas da raça Holandês, com produção de leite média de 20 kg de leite/dia e com peso corporal de 569 ± 49 kg, distribuídas em dois quadrados Latinos contemporâneos 5 x 5. Os animais estavam com média de 23 semanas de lactação. O experimento foi constituído por cinco períodos, com duração de 21 dias cada, sendo os 14 primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para coleta de dados e amostras.

As dietas correspondentes a cada tratamento, isonitrogenadas, foram formuladas considerando a composição dos ingredientes e as exigências para vacas leiteiras com produção de 20 kg dia⁻¹ com 3,5% de gordura, segundo o NRC (2001). Os ingredientes utilizados na ração foram silagem de cana de açúcar (SCA), palma Miúda (Miúda) e palma Orelha de elefante Mexicana (OEM), farelo de soja (soja), fubá de milho (milho) e mistura mineral (Tabela 1). As proporções dos ingredientes (Tabela 2) foram calculadas após análises prévia dos ingredientes.

Os animais foram manejados em baias individuais e alimentação fornecida na forma de mistura completa, às 7h e 16h, permitindo-se $11,45 \pm 0,8\%$ de sobras. Alimentos e sobras foram amostrados durante os sete dias de cada período de coleta para quantificação dos consumos de matéria seca e nutrientes.

Tabela 1 Composição químicas e perfil de ácidos graxos dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Composição química (g kg ⁻¹ MS)	Ingredientes				
	Silagem de cana de açúcar	Palma Miúda	Palma OEM	Farelo de soja	Milho
Matéria seca ¹	350	150	123	895	896
Matéria orgânica ²	907	910	914	937	988
Cinzas ²	93	90	86	63	12
Proteína bruta ²	30	35	55	453	87
Fibra em detergente neutro ²	548	257	259	144	123
Fibra em detergente ácido ²	450	164	136	87,4	37,9
Carboidratos não fibrosos ²	219	574	550	332	743
Extrato etéreo ²	8,3	10,7	9,7	8	35
Ácidos graxos (g 100g ⁻¹ AG totais)					
C12:0	1,16	1,21	1,78	-	-
C14:0	0,94	3,04	1,72	0,19	0,17
C16:0	26,49	26,97	27,75	17,91	17,05
C18:0	4,40	3,47	3,23	3,89	5,16
C18:1 n9	12,68	6,59	6,39	17,41	28,44
C18:2 n6	30,66	29,26	31,72	55,02	20,91
C18:3 n3	10,71	16,50	16,54	4,12	1,60
C20:0	1,78	0,54	0,76	0,32	0,63
C22:0	1,10	0,54	0,58	0,50	0,22
C24:0	2,34	0,68	0,68	0,30	0,36

¹g kg⁻¹ base na matéria natural;

Tabela 2 Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes (g kg ⁻¹)	Níveis de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Silagem de cana de açúcar	310	310	300	300	310
Palma Miúda	390	295	200	100	0
Palma Orelha de Elefante Mexicana	0	95	200	300	390
Farelo de soja	223	220	218	215	213
Milho	50	53	56	58	60
Cloreto de sódio	5	5	5	5	5
Sal mineral	15	15	15	15	15
Ureia e sulfato de amônio (9:1)	7	7	7	7	7
Composição das dietas (g kg ⁻¹ MS)					
Matéria seca	411	409	405	401	401
Matéria orgânica	919	920	917	911	903
Cinzas	81	80	83	89	97
Proteína bruta	148	149	151	152	153
Nutrientes digestíveis totais	625	631	645	633	680
Fibra em detergente neutro	353	354	351	352	356
Fibra em detergente neutro da silagem	202	202	195	195	202
Extrato etéreo	10,3	10,3	10,3	10,2	10,2
Carboidratos não fibrosos	408	406	408	407	403
Ácidos graxos (g 100g ⁻¹ de AG totais)					
C12:0	0,83	0,89	0,95	1,00	1,05
C14:0	1,53	1,40	1,28	1,15	1,01
C16:0	23,58	23,68	23,75	23,81	23,87
C18:0	3,84	3,83	3,80	3,77	3,76
C18:1 n9	11,81	11,82	11,79	11,77	11,84
C18:2 n6	34,23	34,40	34,56	34,68	34,85
C18:3 n3	10,75	10,77	10,81	10,80	10,74
C20:0	0,87	0,89	0,90	0,92	0,95
C22:0	0,67	0,68	0,67	0,68	0,69
C24:0	1,08	1,08	1,06	1,06	1,08

2. Amostragem e análises químicas

As amostras dos alimentos e sobras foram armazenadas a -15°C após cada dia de coleta, logo após o término de cada período foram feitas amostras compostas, secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas e processadas em moinhos de facas com peneira de 1 mm para análises químicas. Os teores de matéria seca (MS) e extrato etéreo (EE) foram analisadas segundo método de AOAC (2000).

No 18º 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, fazendo-se registro da produção de leite do 15º ao 21º dia de cada período experimental. Por meio de dispositivo acoplado à ordenhadeira foram coletadas amostras de leite no 18º e 19º dias, nas duas ordenhas, fazendo-se amostras compostas proporcionais à produção de leite. Foram retiradas de cada amostra composta uma alíquota de 50 mL acondicionadas em frasco plástico com conservante (Bronopol®), mantidos entre 2 e 6°C , e encaminhadas para o Laboratório PROGENE – Programa de Gerenciamento de Rebanhos leiteiros do Nordeste, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para avaliação dos teores de gordura de acordo com metodologia do ISO 9622/IDF 141C (2013) em laboratório especializado.

Determinação de ácidos graxos

As amostras de leite, sem adição de conservantes, ingredientes dietéticos e sobras obtidas no período de coletas de dados destinadas à determinação de ácidos graxos (AG) foram congeladas (-18°C). As análises foram realizadas por cromatografia gasosa no Laboratório de Cromatografia da Embrapa Gado de Leite como descrito por Ribeiro et

al. (2014). Para a determinação de AG nos ingredientes e sobras foi utilizado cromatógrafo modelo 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).

3. Índices e qualidade nutricional do leite

Com base no perfil de ácidos graxos do leite, foram calculados os índices de aterogenicidade $\{IA = [(C12:0) + (4 \times C14:0) + (C16:0)] / [(AGPI\ n-6 + AGPI\ n-3) + (AGMI)]\}$ e de trombogenicidade $\{IT = [(C14:0) + (C16:0) + (C18:0)] / [(0,5 \times AGMI) + (0,5 \times AGPI\ n-6) + (3 \times AGPI\ n-3) + [(n3/n6)]]\}$, conforme descrito por Barros et al. (2013); e as relações entre AG ômega 6 e ômega 3 ($\omega-6:\omega-3$) e entre AG hipo e hipercolesterolêmicos ($h/H = (C18:1cis-9 + C18:1trans-15 + AGPI\ n-6 + AGPI\ n-3) / (C12:0 + C14:0 + C16:0)$) conforme descrito por Ribeiro et al. (2014). Estes índices têm sido utilizados como indicadores da qualidade nutricional da gordura do leite.

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

A determinação de ácido málico das palmas foi realizada segundo metodologia de ácidos orgânicos proposto por (Bento et al. 2015).

4. Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando o PROC MIXED do software 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, e devido à alta probabilidade de erro do tipo II $\alpha = 0,10$, adotou-se 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 a média 0 e variância σ^2 .

Resultados

Os consumos de matéria seca (18,00 kg dia⁻¹), extrato etéreo (0,176 kg dia⁻¹), produção de leite (19,98 kg dia⁻¹), os teores de gordura do leite (3,58 g 100g⁻¹), não foram influenciados pela substituição de palma Miúda por palma OEM (Monteiro et al., em revisão).

O total de 59 ácidos graxos (AG) foram quantificados (g 100⁻¹ de gordura de leite) e lista com as concentrações individuais e somatório por classe para cada nível de substituição estão apresentados nas tabelas 3, 4, 5 e 6.

Os AG do leite mais abundante foi o ácido palmítico (C16:0) seguido do ácido mirístico (C14:0) e ácido esteárico (C18:0 – Tabela 3) independentemente do nível de substituição. A concentração de C16:0 tendeu a reduzir ($P=0,076$) com a substituição de Miúda por OEM, já C14:0 e C18:0 não foram influenciados e apresentaram concentrações médias de 11,811 e 4,087 g 100g⁻¹ AG, respectivamente. A concentração individual dos

ácidos de graxos de cadeia curta (AGCC), assim como os de ácidos graxos de cadeia média (11:0 – 15:0) não foram influenciados pela inclusão de OEM.

A concentração ácido graxos não-esterificados (AGNE; 0,31 mmol L⁻¹) não foi influenciada pela substituição de Miúda por OEM (Monteiro et al., em revisão). Valores de AGNE inferiores a 0,4mmol L⁻¹, indicam nenhuma ou baixa mobilização de gordura corporal (González et al., 2010), o que sugere o ideal aporte de nutrientes e balanceamento das dietas. Isso indica que as alterações no perfil de AG foram devido à inclusão de OEM, já que a concentração desse metabólito geralmente é mais elevada em vacas de alta produção, em início de lactação, momento em que normalmente ocorre balanço energético negativo, aumentando a concentração de AGCL no leite (Nogalski et al., 2012).

De acordo com os resultados apresentados, independentemente do nível de substituição, verificou-se alta concentração de C16:0, indicando uma característica particular de dietas contendo palma forrageira. O leite de vacas alimentadas sem suplementação lipídica ou com baixo teor de extrato etéreo, e fornecidas na forma de mistura completa (RMC), características das dietas do presente trabalho, apresentaram C16:0, entre 24,4 a 36,2 g 100g⁻¹, e dessa forma pode-se inferir que essas dietas são favorecedoras da síntese *de novo* de AG (Mansson, 2008; Souza, 2011; O'Callaghan et al., 2016 e Phillippeau et al., 2017).

A palma forrageira possui alto teor de carboidratos não fibrosos 574 e 550 g kg⁻¹, Miuda e OEM, respectivamente (Tabela 1), dos quais incluem quantidades significativas de substâncias pécnicas, β-glucanos e frutanas. A fermentação desses carboidratos tendem a produzir menos ácido láctico e proporcionar maior relação acetato:propionato (Lins et al., 2016) quando comparados com a fermentação de açúcares e amido (Batista et al., 2003). Apesar disso, mantém a alta produção de AGV totais. Neste sentido, o aporte de

acetato para a glândula mamária é maior, promovendo maiores condições para a síntese de AG pela glândula mamária. Woolpert et al. (2017) e O'Callaghan et al. (2016), relacionaram rações ofertadas na forma de mistura completa (RMC) com menor teor de extrato etéreo em sua composição favorecedoras da síntese *de novo* de AG.

Tabela 3 Perfil de ácidos graxos saturados do leite (g 100g⁻¹ de AG totais) de vacas alimentadas com as dietas experimentais

Ácidos Graxos (g 100g ⁻¹ de AG totais)	Níveis de substituição (%)					EPM	Valor de P	
	0	25	50	75	100		L	Q
4:0	3,362	3,422	3,315	3,344	3,361	0,0865	0,536	0,784
5:0	0,031	0,029	0,031	0,029	0,026	0,0020	0,521	0,760
6:0	2,158	2,171	2,120	2,153	2,164	0,0385	0,665	0,768
7:0	0,029	0,025	0,027	0,028	0,026	0,0024	0,949	0,309
8:0	1,312	1,317	1,296	1,317	1,326	0,0287	0,948	0,705
9:0	0,038	0,036	0,038	0,040	0,036	0,0033	0,697	0,569
10:0	2,985	2,943	2,930	2,977	2,976	0,1089	0,899	0,526
11:0	0,112	0,108	0,107	0,107	0,105	0,0063	0,568	0,724
12:0	3,866	3,782	3,778	3,843	3,825	0,1662	0,880	0,477
14:0	11,800	11,834	11,713	11,943	11,766	0,3000	0,574	0,431
15:0	1,550	1,504	1,528	1,518	1,443	0,0618	0,746	0,721
16:0	40,730	41,280	39,975	39,851	39,320	0,7905	0,076	0,480
17:0	0,936	0,920	0,934	0,924	0,891	0,0188	0,789	0,842
18:0	3,920	4,084	4,148	3,993	4,288	0,1899	0,745	0,417
20:0	0,088	0,089	0,089	0,090	0,095	0,0032	0,593	0,918
21:0	0,023	0,023	0,025	0,024	0,027	0,0010	0,267	0,842
22:0	0,004	0,005	0,004	0,004	0,005	0,0005	0,874	0,390
23:0	0,020	0,019	0,023	0,024	0,023	0,0012	0,011	0,502
24:0	0,030	0,031	0,034	0,033	0,035	0,0017	0,145	0,706

EPM = Erro Padrão da Média; L = Efeito linear nos níveis de substituição de Palma Miúda por Palma Orelha de Elefante Mexicana; Q = Efeito linear nos níveis de substituição de Palma Miúda por Palma Orelha de Elefante Mexicana;

A concentração de 18:0 *iso* (P=0,085), 18:1 *trans10* (P=0,053), 18:1 *trans16* (p=0,083) tenderam a aumentar com a substituição. Total de 18:2, 18:1 *cis11*, 18:1 *cis13*, 18:2 n-6 (ácido linolênico - LNA), 18:3 n-6, 18:3 n-3, aumentaram linearmente (P<0,05) com a inclusão OEM (Tabela 4). O ácido linoleico conjugado (CLA *cis-9 trans-11*) e seus isômeros não foram influenciados com a inclusão de palma OEM (Tabela 4).

Fatores como, baixa concentração de AG >C18:0 no leite, que são captados direto da corrente sanguínea pela glândula mamária, e baixa concentração dos CLAs *trans-9 cis-11* e *trans-10 cis-12* (<0,025 e <0,005 g 100g⁻¹ de AG totais, respectivamente), considerados inibidores de lipogênese mamária, ratificam a potencialidade dessas dietas à síndrome *de novo*.

Baixos valores de CLA são considerados normais, principalmente utilizando-se dietas com alta relação volumoso:concentrado (Griinari et al., 1998). Os valores de CLAs *trans-9 cis-11* e *trans-10 cis-12* assim como os valores de C16:0 (Tabela 5), estão abaixo e muito acima, respectivamente, quando comparados aos trabalhos que utilizaram dietas com alta relação V:C e baixo teor de extrato etéreo (Ribeiro et al., 2014; O'Callaghan et al. 2016). Por outro lado, CLA *cis-9 trans-11* apresentaram valores intermediários aos de O'Callaghan et al. (2016), quando compararam diferentes sistemas de alimentação (RMC vs pastejo).

Tabela 4 Perfil de ácidos graxos octadecenoicos *cis*, *trans* e conjugados no leite (g 100g⁻¹ de AG totais) de vacas alimentadas com as dietas experimentais

Ácidos Graxos (AG) (g 100g ⁻¹ de AG totais)	Níveis de substituição (%)					EPM	Valor de P	
	0	25	50	75	100		L	Q
18:0 <i>iso</i>	0,055	0,053	0,057	0,059	0,059	0,0022	0,085	0,333
18:1 <i>trans-4</i>	0,014	0,156	0,015	0,015	0,016	0,0008	0,917	0,278
18:1 <i>trans-5</i>	0,010	0,011	0,013	0,012	0,011	0,0013	0,205	0,286
18:1 <i>trans-6 e trans-8</i>	0,108	0,112	0,110	0,111	0,114	0,0029	0,628	0,570
18:1 <i>trans-9</i>	0,095	0,099	0,098	0,100	0,103	0,0037	0,457	0,828
18:1 <i>trans-10</i>	0,195	0,198	0,213	0,210	0,219	0,0078	0,053	0,609
18:1 <i>trans-11</i>	0,650	0,662	0,621	0,651	0,697	0,0317	0,789	0,774
18:1 <i>trans-12</i>	0,094	0,098	0,099	0,100	0,105	0,0031	0,215	0,632
18:1 <i>trans-13 e trans-14</i>	0,163	0,172	0,165	0,168	0,175	0,0053	0,741	0,587
18:1 <i>trans-16</i>	0,086	0,091	0,092	0,093	0,096	0,0026	0,083	0,389
18:1 <i>cis-9</i>	11,701	12,027	12,225	12,207	12,644	0,3878	0,297	0,633
18:1 <i>cis-11</i>	0,669	0,681	0,731	0,727	0,734	0,0238	0,028	0,712
18:1 <i>cis-12</i>	0,120	0,120	0,124	0,126	0,131	0,0040	0,205	0,860
18:1 <i>cis-13</i>	0,054	0,055	0,058	0,061	0,060	0,0019	0,005	0,049
18:1 <i>cis-15 + 19:0</i>	0,085	0,086	0,086	0,075	0,085	0,0053	0,237	0,279
18:2 <i>trans-9 trans-12</i>	0,008	0,009	0,008	0,009	0,009	0,0008	0,394	0,744
18:2 <i>cis-9 trans-12</i>	0,031	0,031	0,033	0,035	0,038	0,0022	0,155	0,619
18:2 n-6	1,500	1,615	1,718	1,738	1,749	0,0500	0,001	0,325
∑ 18:2	1,566	1,688	1,786	1,772	1,826	0,0546	0,001	0,153
CLA <i>cis-9 trans-11</i>	0,475	0,467	0,456	0,460	0,486	0,0023	0,498	0,735
CLA <i>trans-9 cis-11</i>	0,025	0,023	0,024	0,024	0,024	0,0012	0,819	0,217
CLA <i>trans-10 cis-12</i>	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	0,0004	0,334	0,144
18:3 n-6	0,034	0,043	0,040	0,044	0,042	0,0028	0,047	0,363
18:3 n-3	0,190	0,195	0,218	0,220	0,222	0,0079	0,001	0,848

EPM = Erro Padrão da Média; L = Efeito linear nos níveis de substituição de Palma Miúda por Palma Orelha de Elefante Mexicana; Q = Efeito linear nos níveis de substituição de Palma Miúda por Palma Orelha de Elefante Mexicana.

O somatório dos CLAs ($0,496 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) está dentro de valores encontrados na literatura ($0,39$ a $0,52 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) para leite de vacas alimentadas sem suplementação lipídica (Azahal et al., 2009; O'Callaghan et al., 2016, Philippeau et al., 2017). Os CLAs são benéficos para saúde humana, pois ajudam nas prevenções de câncer (Ip et al., 1994; Belury et al., 1995; Parodi, 1999), obesidade (Park et al., 1997) e diabetes (Shingfield et al., 2008). Em contrapartida, um aspecto negativo foi a alta concentração de AGCM e ácido palmítico que estão positivamente relacionados com obesidade, aumento de níveis plasmáticos de LDL, desenvolvimento de doenças cardiovasculares, coronarianas e diabetes (Gidding et al., 2009).

O AG ramificado 15:0 *iso* reduziu linearmente ($P < 0,05$), enquanto que o AG 16:1 *trans12* tendeu a aumentar ($P = 0,076$) com a substituição. Os demais ácidos graxos não foram influenciados (Tabela 5).

As concentrações de C15:0 *iso* reduziram e de C18:1 *trans-10* aumentaram linearmente com a substituição de Miúda por OEM, de forma discreta (em torno de 11%). A variação desses ácidos graxos é um reflexo de mudanças da população microbiana no rúmen influenciadas pelas dietas (Vlaemink et al., 2006; Lock et al., 2007; Colman et al., 2010). A redução de C15:0 *iso* pode indicar redução da atividade de bactérias celulolíticas resultando em menor proporção de acetato e maior proporção de propionato no rúmen, o contrário é predito para C18:1 *trans-10* (Craninx et al., 2008). Analisando-se o teor de ácido málico das palmas Miúda e OEM, verificou-se uma concentração de 66% mais ácido na OEM. O ácido málico é um intermediário de quatro carbonos da via do succinato-propionato da fermentação das bactérias ruminais (Castilho et al., 2004), e influencia no aumento dos ácidos graxos de cadeia curta totais e propionato no rúmen (Liu et al., 2008).

Tabela 5 Perfil de ácidos graxos monoinsaturados, poli-insaturados e ramificados no leite (g 100g⁻¹ de AG totais) de vacas alimentadas com as dietas experimentais

Ácidos Graxos (AG) (g 100g ⁻¹ de AG totais)	Níveis de substituição (%)					EPM	Valor de P	
	0	25	50	75	100		L	Q
10:1 <i>Cis-9</i>	0,346	0,347	0,336	0,350	0,345	0,0139	0,996	0,451
12:1 <i>Cis-9</i> + 13:0	0,269	0,259	0,259	0,269	0,256	0,0113	0,979	0,375
14:0 <i>iso</i>	0,120	0,111	0,110	0,118	0,118	0,0867	0,824	0,302
14:1 <i>cis-9</i>	1,337	1,372	1,333	1,349	1,347	0,0482	0,988	0,756
15:0 <i>iso</i>	0,308	0,295	0,274	0,278	0,274	0,0097	0,010	0,364
15:0 <i>anteiso</i>	0,682	0,677	0,680	0,640	0,623	0,0214	0,113	0,284
16:0 <i>iso</i>	0,251	0,249	0,236	0,240	0,240	0,0111	0,307	0,843
16:1 <i>trans-12</i>	0,189	0,190	0,203	0,202	0,202	0,0064	0,076	0,885
16:1 <i>cis-9</i> + 17:0 <i>iso</i>	0,485	0,476	0,472	0,458	0,457	0,0121	0,135	0,815
16:1 <i>cis-9</i> + 17:0 <i>anteiso</i>	2,701	2,733	2,665	2,640	2,588	0,0897	0,317	0,610
17:1 <i>cis-9</i>	0,303	0,299	0,308	0,304	0,295	0,0094	0,692	0,975
20:2 n-6	0,032	0,034	0,035	0,034	0,037	0,0014	0,317	0,275
20:3 n-6	0,014	0,015	0,015	0,015	0,014	0,0010	0,291	0,586
20:4 n-6	0,212	0,207	0,210	0,218	0,217	0,0064	0,493	0,300
20:5 n-3	0,017	0,018	0,018	0,018	0,017	0,0011	0,476	0,818
22:5 n-3	0,045	0,043	0,053	0,042	0,045	0,0045	0,945	0,0263

EPM = Erro Padrão da Média; L = Efeito linear nos níveis de substituição de Palma Miúda por Palma Orelha de Elefante Mexicana; Q = Efeito linear nos níveis de substituição de Palma Miúda por Palma Orelha de Elefante Mexicana;

O aumento dos C18:2 n-6, C18:3 n-6 e C18:3 n-3 com a substituição de palma Miúda, provocou conseqüente aumento nos n-3, n-6 e AGPI. A relação de n-6:n-3 não foi influenciada pelas dietas e se manteve em 7:1. Essa relação, segundo Patterson et al. (2012) considerada ideal para nutrição humana deveria ser próximo a 4:1. Os mesmos autores relataram que as dietas nos países ocidentais tem uma relação extremamente indesejável de 15:1.

Os ácidos graxos poli-insaturados totais (AGPI), ômega 6 (n-6) e ômega 3 (n-3) aumentaram linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão de OEM (Tabela 6).

Tabela 6 Somatório por classificação de ácidos graxos do leite ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de AG totais) de vacas alimentadas com as dietas experimentais

Ácidos Graxos (AG) ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de AG totais)	Níveis de substituição (%)					EPM	Valor de P	
	0	25	50	75	100		L	Q
Σ AGCC	15,511	14,456	14,238	14,437	14,447	0,2823	0,703	0,618
Σ AGCM	61,392	60,502	60,440	60,449	59,564	0,7084	0,323	0,485
Σ AGCL	20,805	21,453	21,931	21,828	22,652	0,6511	0,238	0,576
Σ AGCI	4,387	4,278	4,328	4,270	4,110	0,1066	0,488	0,793
Σ AGS	74,412	73,584	73,487	73,557	73,052	0,6380	0,275	0,402
Σ AGMI	19,675	20,097	20,265	20,291	20,678	0,4800	0,279	0,626
Σ AGPI	2,621	2,734	2,858	2,835	2,933	0,0910	0,033	0,372
Σ <i>trans</i>	3,145	3,157	3,163	3,171	3,243	0,1008	0,852	0,987
Σ <i>trans</i> , exceto VA-RU	1,535	1,554	1,575	1,592	1,603	0,0423	0,295	0,983
Σ CLA	0,504	0,494	0,484	0,488	0,514	0,0241	0,505	0,683
Σ n-3	0,253	0,255	0,276	0,282	0,284	0,0107	0,017	0,830
Σ n-6	1,798;	1,916	2,018	1,988	2,058	0,0632	0,009	0,213

EPM = Erro Padrão da Média; L = Efeito linear nos níveis de substituição de Palma Miúda por Palma Orelha de Elefante Mexicana; Q = Efeito linear nos níveis de substituição de Palma Miúda por Palma Orelha de Elefante Mexicana; AGCC = Ácidos graxos de cadeia curta; AGCM = Ácidos graxos de cadeia média; AGCL = Ácidos graxos de cadeia longa; AGCI = Ácidos graxos de cadeia ímpar; AGS = Ácidos graxos saturados; AGMI = Ácidos graxos monoinsaturados; AGPI = Ácidos graxos poli-insaturados.

Não foi verificado efeito ($P > 0,05$) da substituição no índice de atividade da enzima estearil-CoA dessaturase – 1 para C14 (SCD_{14}), C16 (SCD_{16}), C18 (SCD_{18}) e para o par rumênico:vacênico (SCD_{RA}) (Tabela 7).

Houve uma diminuição linear ($P < 0,05$) do índice de trombogenicidade (IT), e o índice de aterogenicidade (IA) tendeu a diminuir ($P = 0,098$), enquanto a relação hypo:hipercolesterolêmicos (h/H) tendeu a aumentar ($P = 0,080$) linearmente com a inclusão de OEM. Já relação n-6:n-3 não foi alterada pela substituição (Tabela 8).

Tabela 7 Índices de atividade da enzima esteroil-CoA dessaturase – 1 (SCD-1) na gordura do leite de vacas alimentadas com as dietas experimentais

Índices	Níveis de substituição (%)					EPM	Valor de P	
	0	25	50	75	100		L	Q
SCD ₁₄	0,102	0,104	0,102	0,105	0,103	0,0040	0,420	0,896
SCD ₁₆	0,062	0,062	0,063	0,063	0,062	0,0018	0,555	0,680
SCD ₁₈	0,752	0,748	0,749	0,749	0,748	0,0075	0,789	0,702
SCD _{RA}	0,420	0,413	0,411	0,410	0,410	0,0083	0,231	0,622

A redução dos IA e IT e aumento da h/H foram devidos ao aumento nas concentrações de n-6, n-3 e AGPI proporcionado pela OEM. Esses índices indicam potencial de estímulo de agregação plaquetária, ao passo que quanto menor os valores, maior é a prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas (Tonial et al., 2010). Quanto maior a relação h/H, melhor é a qualidade nutricional da gordura contida nos alimentos (Bentes et al., 2009). Essas influências causadas pela OEM caracterizam um potencial de melhoria na qualidade da gordura do leite proporcionada por esse clone.

Tabela 8 Índices de qualidades nutricional da gordura do leite de vacas alimentadas com as dietas experimentais

Índices	Níveis de substituição (%)					EPM	Valor de P	
	0	25	50	75	100		L	Q
Aterogenicidade (IA)	4,254	4,309	4,085	4,103	3,960	0,1213	0,098	0,833
Trombogenicidade (IT)	4,877	4,763	4,670	4,492	4,528	0,1382	0,018	0,769
ω -6: ω -3	7,164	7,562	7,097	7,134	7,324	0,1570	0,342	0,167
hipo:hipercolesterolêmicos (h/H)	0,245	0,243	0,267	0,262	0,275	0,0109	0,080	0,903

De acordo com os dados apresentados, chama atenção os altos valores de ácidos láurico, mirístico e, principalmente, palmítico, e baixas concentrações de C18:0 e C18:1, caracterizando uma gordura de baixa qualidade nutricional.

Sugere-se para melhorar a qualidade da gordura do leite produzido com dietas a base de palma, a suplementação com fontes lipídicas. Essa suplementação tende a melhorar a qualidade do perfil de AG do leite, pois reduzem o potencial da síntese *de novo*, conseqüentemente aumenta a captação de AGCL pela glândula mamária, devido a mudança da população microbiana reduzindo a biohidrogenação completa e atividade da enzima delta desaturase, conseqüentemente elevando os teores de CLA e AGPI (Lock e Bauman, 2004).

Conclusão

Em função da discreta alteração no perfil de ácidos graxos do leite, recomenda-se substituição total da palma Miúda pela palma Orelha de Elefante Mexicana na dieta de vacas em lactação. A substituição da palma Miúda por palma Orelha de Elefante Mexicana não altera o perfil de ácidos graxos de leite.

Referências Bibliográficas

- AOAC, O. 2000. Cial Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Barros, P.A.V., Gloria, M.B.A., Lopes, F.C.F., Gama, M.A.S., Souza, S.M., Mourthe, M.H.F. Leão, M.I. 2013. Qualidade nutricional e estabilidade oxidativa de manteigas produzidas do leite de vacas alimentadas com cana-de-açúcar suplementada com óleo de girassol. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.65, 1545-1553.
- Batista, A.M., Mustafa, A.F., McAllister, T., Wang, Y., Soita, H., and McKinnon, J. 2003. Effects of variety on chemical composition, *in situ* nutrient disappearance and *in vitro* gas production of spineless cacti. J. Sci. Food Agric. 83:440-445.

- Belury, M.A. 1995. Conjugated dienoic linoleate: A polyunsaturated fatty acid with unique chemoprotective properties. *Nutrition Reviews*, 53, 83-89.
- Bentes, A.S., Souza, H.A.I., Simões, M.G., Mendonça, X.M.F. 2009. Caracterização física e química e perfil lipídico de três espécies de peixes amazônicos. *Ver. Bras. Technol. Agroind.*, 3, 97-108.
- Bento, C.B.P., Azevedo, A.C., Detmann, E., Mantovani, H.C. 2015. Biochemical and genetic diversity of carbohydrate-fermenting and obligate amino acid-fermenting hyper-ammonia-producing bacteria from Nellore steers fed tropical forages and supplemented with casein. *MBC Microbiology*, 15, 28.
- Castillo, C., Beneditio, J.L., Méndez, J., Pereira, V., López-Alonso, M., Miranda, M., Hernández, J. 2004. Organic acids as a substitute for monensin in diets for beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 115, 101–116.
- Colman, E., Fokkink, W.B., Craninx, M., Newbold, J.R., De Baets, B. Fievez, V. 2010. Effect of induction of subacute ruminal acidosis on milk fat profile and rumen parameters. *J. Dairy Sci.*, 93, 4759-4773.
- Craninx, M., Fievez, V., Vlaeminck, B., De Baets, B. 2008. Artificial neural network models of the rumen fermentation pattern in dairy cattle. *Comp. Eletron. Agri.*, 60, 226-238.
- Elgersma A, Tamminga S, Ellen G. 2006. Modifying milk composition through forage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131:207-25.
- Griinari, J.M., Dwyer, D. A., McGuire, M. A., Bauman, D. E., Palmquist, D. L. e Nurmela, K.V.V. 1998. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81: 1251–1261.

- González, F.D., Muino, R., Pereira, V., Campos, R., José Luis Benedito., J.L. 2011. Relationship among blood indicators of lipomobilization and hepatic function during early lactation in high-yielding dairy cows. *J. Vet. Sci.* 12, 251-255.
- Gidding, D.D., Lichtenstein, A.H., Faith, M.S., Karpyn, A., Menella, J.A., Popkin, B., Rowe, J., Horn, L.V., Whitsei, L. 2009. Implementing American Heart Association Pediatric and Adult Nutrition Guidelines. *Circulation*, 119, 1161-1175.
- Ip, C., Scimeca, J.A., Thompson, H.J. 1994. Conjugated linoleic acid. A powerful anticarcinogen from animal fat sources. *Cancer*, 74, 1050-1054.
- ISO 9622/IDF 141C. Determination of milk fat, protein and lactose content: Guidance on the operation of mid-infrared instruments. Bruxelles: 2013. 14p.
- Kesley, J.A., Corl, B.A., Collier, R.J., Bauman, D.E. 2003. The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86, 2588-2597.
- Lins, S.E.B., Pessoa, R.A.D., Ferreira, M.A, Campos, J.M.S., Silva, J.A.B.A., Silva, J.L, Santos, S.A., Melo, T.T.B. 2016. Spineless cactus as a replacement for wheat bran in sugar cane-based diet for sheeps: intake, digestibility, and ruminal parameters. *Rev. Bras. Zootec.*,**45**, 26-31.
- Liu, Q., Wang, C., Yang, W.Z., Dong, Q., Dong, K.H., Huang, Y.X., He, D.C. 2008. Effects of malic acid on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. *Anima*, 3, 32-39.
- Lock, A.L., Bauman, D.E. 2004. Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health. *Lipid*, 39,1197-1206.
- Lock, A.L., Tyburczy, C., Dwyer, D.A., Harvatine, K.J., Destailats, F., Mouloungui, Z., Candy, L., Bauman, D.E. 2007. Trans-10 Octadecenoic Acid Does Not Reduce Milk Fat Synthesis in Dairy Cows. *J. Nutr*, 137, 71-76.

- Mansson, H.L. 2008. Fatty acids in bovine milk fat. *Food & Nutrition Research*.
- Monteiro, C.C.F., Ferreira, M.A., Vpera, A.S.C., Guido, S.I., Almeida, M.P., Silva, R.C., Inácio, J.G. Em revisão. *Opuntia stricta* (Haw) Haw: a new option for dairy cows in semiarid regions. *J. Anim. Prod. Sci.*
- Nogalski, Z., Wronski, M., Subezuk-Szul, M., Mochol, M., Porgorzelska, P. 2012. The effect of body energy reserve mobilization on the fatty acid profile of milk in high-yielding cows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 25, 1712-1720.
- NRC, 2001. National Research Council. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Washington, D.C.
- O'Callaghan, T.F., Hennessy, D., McAuliffe, S., Kilcawley, K.N., O'Donovan, M., Dillon, P., Ross, R.P., Stanton, C. 2016. Effect of pastures versus indoor feeding on raw milk composition and quality over an entire lactation. *J. Dairy Sci.* 99:1-17.
- Palmquist, D.L., Beaulieu, A.D., and Barbano, D.M. 1993. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.*
- Park, Y., Albright, K.J., Liu, W., Storkson, J.M., Cook, M.E., Pariza, M.W. 1997. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids*, 32, 853-858.
- Parodi, P.W. 1999. Conjugated linoleic acid: the early years. In: *Advances in conjugated linoleic acid research*. Vol. 1 (Yurawecz, M. P., Mossoba, M. M., Kramer, J.K.G., Pariza, M. W. & Nelson, G. J., eds.), pp. 1–11. AOCS Press, Champaign, IL.
- Patterson, E., Wall, R., Fitzgerald, G., Ross, R., Stanton, C. 2012. Health implications of high dietary omega-6-polyunsaturated fatty acids. *J. Nutr. Metab.* 539426.
- Philippeau, C., Lettat, A., Martin, C., Silberberg, M., Morgavi, D.P., Ferlay, A. and Nozière, P. 2017. Effects of bacterial direct-fed microbials on ruminal characteristics, methane emission, and milk fatty acid composition in cows fed high – or – low-starch diets. *J. Dairy Sci.* 100:2637-2650.

- Pinheiro, K.M.; Silva, T.G.F.; Carvalho, H.F.S.; Santos, J.E.O.; Morais, J.E.F.; Zolnier, S.; Santos, D.C., 2014. Correlações do índice de área de cladódio com características morfogênicas e produtivas de palma forrageira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **49**, 939-247.
- Ribeiro, C.G.S., Lopes, F.C.F., Gama, M.A.S., Morenz, M.J.F., Rodriguez, N.M. 2014. Desempenho produtivo e perfil de ácidos graxos do leite de vacas que receberam níveis crescentes de óleo de girassol em dietas à base de capim-elefante. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, **66**, 5, 1513-1521.
- Rocha Filho, R.R. 2012. Palma gigante e genótipos resistentes à cochonilha do carmim em dietas para ruminantes, (Tese de doutorado não publicada, Universidade Federal Rural de Pernambuco).
- Santos, J.E.P. 2002. Feeding for milk composition. Pages 163-172 in Proc. VI International Congress on Bovine Medicine. Spanish Association of Specialist in Bovine Medicine (ANEMBE) < Santiago de Compostela, Spain.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user's Guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869p.
- Shingfield KJ, Chilliard Y, Toivonen V, Kairenius P, Givens DI. 2008. Trans fatty acids and bioactive lipids in ruminant milk. *Adv Exp Med Biol*. **606**, 3–65.
- Souza, S.M. 2011. Desempenho e perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com óleo de girassol em dietas à base de cana-de-açúcar, (Tese de doutorado não publicada), Universidade Federal de Viçosa.
- Tonial, I.B., Oliveira, D.F., Bravo, C.E.C., Souza, N., Matsushita, M., Visentainer, J.V. 2010. Caracterização físico-química e perfil lipídico do salmão (*Salmo salar* L.). *Alim. E Nutrição*, **21**, 93-98.

- Vasconcelos, A.M., Leão, M.I., Valadares Filho, S.C., Valadares, R.F.D., Dias, M., Morais, D.A.E.F. 2010. Parâmetros ruminais balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja e seus subprodutos. *R. Bras. Zootec.*, **39**, 425-433.
- Vlaemink Vlaeminck, B., V. Fievez, S. Tamminga, R. J. Dewhurst, A. Van Vuuren, D. De Brabander, and D. Demeyer. 2006. Milk odd- and branched-chain fatty acids in relation to the rumen fermentation pattern. *J. Dairy Sci.* 89, 3954–3964.
- Woolpert, M.E., Dann, H.M., Cotanch, K.W., Melilli, K.W., Chase, L.E., Grant, R.J., and Barbano, D.M. 2017. Management practices, physically effective fiber, and ether extract are related to bulk tank milk de novo fatty acid concentration on Holstein dairy farms. *J. Dairy Sci.* 100,1-10.

COSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa desenvolvida mostra o potencial da palma Orelha de Elefante Mexicana para a bovinocultura de leite na região semiárida. Em algumas condições demonstra melhor potencial agrônômico do que a palma Miúda e proporciona o mesmo desempenho de vacas em lactação produzindo 20 kg de leite/dia. Desta forma, ela torna-se mais uma opção de volumoso para os sistemas de produção de leite na região.

A qualidade da gordura do leite de vacas alimentadas com palma forrageira mostrou-se desfavorável para os padrões ideais da nutrição humana, por isso sugere-se novas pesquisas com associação de palma e outros ingredientes de modo a melhorar o perfil de ácidos graxos do leite. Porém, essa não deve ser a grande preocupação pois o consumo *per capita* de leite no Brasil está 25% abaixo das recomendações do Ministério da Saúde. A grande questão é proporcionar um aumento do poder aquisitivo da população, promovendo a acessibilidade a maior quantidade de leite e de melhor qualidade.