



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUACAO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**PARÂMETROS RUMINAIS EM OVINOS ALIMENTADOS COM PALMA
ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA EM SUBSTITUIÇÃO À SILAGEM DE
SORGO**

CAMILLA LIRA DE LIMA

RECIFE – PE

JULHO - 2019

CAMILLA LIRA DE LIMA

**PARÂMETROS RUMINAIS EM OVINOS ALIMENTADOS COM PALMA
ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA EM SUBSTITUIÇÃO À SILAGEM DE
SORGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

Comitê de orientação:

Prof^a Dr^a Antonia Sherlânea Chaves Vêras – Orientador principal

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira

Prof. Dr. João Paulo Ismério dos Santos Monnerat

RECIFE – PE

JULHO – 2019

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

L732p Lima, Camilla Lira de
Parâmetros ruminais em ovinos alimentados com palma orelha
de elefante mexicana em substituição à silagem de sorgo / Camilla
Lira de Lima. – 2019.
26 f.: il.

Orientadora: Antonia Sherlânea Chaves Vêras.

Coorientadores: Marcelo de Andrade Ferreira, João Paulo
Ismério dos Santos Monnerat.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife,
BR-PE, 2019.

Inclui referências.

1. Ovino – Alimentação e rações – Recife (PE) 2. Rúmen –
Fermentação 3. Cinética enzimática 4. Sorgo – Silagem 5. Regiões
áridas I. Vêras, Antonia Sherlânea Chaves, orient. II. Ferreira,
Marcelo de Andrade, coorient. III. Monnerat, João Paulo
Ismério dos Santos, coorient. IV. Título

CDD 636

CAMILLA LIRA DE LIMA

**PARÂMETROS RUMINAIS EM OVINOS ALIMENTADOS COM PALMA
ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA EM SUBSTITUIÇÃO À SILAGEM DE
SORGO**

**Dissertação defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 30 de julho de
2019**

Orientador:

Prof^a Dr^a Antonia Sherlânea Chaves Vêras

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Examinadores:

Prof.^o Dr.^o Francisco Fernando Ramos de Carvalho

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dr^a Maria Gabriela da Conceição (PNPD/UFRPE)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

RECIFE – PE

JULHO – 2019

BIOGRAFIA

Camilla Lira de Lima, filha de Carlos Augusto Soares de Lima (*In memoriam*) e Josenilda da Costa Lira, nasceu em 04 de Janeiro de 1993, Belo Jardim, Pernambuco. No ano de 2011 ingressou no curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Em dezembro de 2016 concluiu o curso, obtendo o título de Médica Veterinária em Junho de 2017. Em agosto de 2017, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, concentrando seus estudos na área de Nutrição Animal, tendo, em 30 de julho de 2019, submetido à defesa da presente dissertação.

AGRADECIMENTOS

À Deus.

À minha mãe Josenilda por todo amor, ensinamentos e dedicação desde minha infância.

Aos meus familiares pelo apoio e carinho, em especial ao meu primo Breno, por quem cultivo o amor fraterno.

Aos meus amigos, especialmente, Almir Rocha e Fred Póvoas, com quem divido minhas alegrias.

À minha orientadora Sherlânea Vêras, pela compreensão, atenção, amizade e por dividir comigo seus conhecimentos. Ao meu co-orientador Marcelo Ferreira pela solicitude, pelas palavras que tanto ajudaram na minha jornada de evolução pessoal e profissional. À Luciana Neves, por sempre me receber com carinho e ajudar nos conhecimentos de estatística.

Aos professores do Departamento de Zootecnia, pelo incentivo na construção do conhecimento.

Ao Professor Jorge Cavalcanti, por tão gentilmente ter dedicado parte de seu tempo, me passando conhecimentos e fornecendo condições para as análises.

Aos colegas do Departamento, que direta ou indiretamente incentivaram e contribuíram para o sucesso do projeto, dentre estes evidencio as minhas amigas Juliana Ferreira, Elis Torres, Carolina Jones e Marilea Gomes por todos os momentos felizes e palavras amigas.

À Bruno, Margot e Dijaína pela dedicação e contribuição ao trabalho.

Ao Sr. Pedro pelo auxílio.

À UFRPE pela oportunidade.

À CAPES por possibilitar a bolsa como incentivo financeiro.

Muito obrigada a todos.

“O que dá o verdadeiro sentido ao encontro é a busca, e é preciso andar muito para se alcançar o que está perto”.

José Saramago

SUMÁRIO

Lista de tabelas e figuras.....	01
Resumo.....	02
Abstract.....	03
Considerações iniciais.....	04
CAPÍTULO I – Parâmetros ruminais em ovinos alimentados com palma Orelha de Elefante Mexicana em substituição à silagem de sorgo	
Introdução	07
Material e Métodos	08
Resultados e Discussão	13
Conclusão	20
Referências bibliográficas.....	21

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Capítulo I	Página
Tabelas :	
Tabela 1 – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.....	09
Tabela 2 – Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais (g/kg de MS).....	10
Tabela 3 – Consumos médios de nutrientes, em função dos níveis de substituição da silagem de sorgo por palma forrageira e níveis máximos/mínimos de substituição.....	14
Tabela 4 – Pools ruminais, taxas de ingestão, passagem e degradação, em função dos níveis de substituição da silagem de sorgo por palma forrageira.....	16
Tabela 5 – Parâmetros ruminais, em função dos níveis de substituição da silagem de sorgo por palma forrageira.....	17
Figuras :	
Figura 1 – Ácidos graxos de cadeia curta em função dos tempos de coleta.....	19
Figura 2 – pH em função dos tempos de coleta.....	19
Figura 3 - Nitrogênio amoniacal ruminal em função dos tempos de coleta.....	20

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da substituição da silagem de sorgo pela palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (OEM) sobre o consumo de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi); dinâmica ruminal e parâmetros ruminais em dietas para ovinos. Foram utilizados cinco ovinos machos, castrados, sem raça definida, com peso corporal médio de $52,9 \pm 6,0$ kg canulados no rúmen, distribuídos em Quadrado Latino (5 x 5). Os tratamentos foram baseados em cinco níveis de substituição de silagem de sorgo pela palma forrageira (0; 20; 40; 60 e 80%). Houve diminuição linear dos pools ruminais de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e FDNi, enquanto que as taxas de ingestão (Ki) e degradação (Kd) da MS aumentaram linearmente. As taxas de passagem (Kp) de MS; Ki FDN; Kp FDN; Kd FDN e Kpi (taxa de passagem da FDNi) não foram influenciadas. Não houve interação entre tempos de coleta (0; 2; 4 e 6 h) e níveis de substituição para nenhum dos parâmetros ruminais. O pH ruminal diminuiu linearmente, enquanto as concentrações do nitrogênio amoniacal ruminal (NAR), de ácidos graxos de cadeia curta não foram alteradas, bem como a relação acetato:propionato, que foi de 3,25, em função dos níveis de substituição. As concentrações máximas de NAR, acetato e propionato foram de 26,78 mg/dL; 45,81 mmol/L e 44,89 mmol/L; estimadas às 2,36; 3,44; e 3,43 horas pós alimentação, respectivamente. Palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana pode substituir a silagem de sorgo em até 80% na alimentação de ovinos fistulados e canulados, sem alterar negativamente os parâmetros ruminais e a dinâmica da fibra.

Palavras-chaves: cinética, fermentação, rúmen, semiárido, volumoso.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of substitution of sorghum silage by the palm Forage Elephant (OEM) on the consumption of inhospitable neutral detergent fiber (FDNi); Rumen dynamics and Ruminal parameters in diets for sheep. Five male, castrated, unbred sheep with average body weight of $52, 9 \pm 6, 0$ kg cannulated in the rumen, distributed in a Latin square (5 x 5) were used. The treatments were based on five of substitution of sorghum silage by forage cactus (0; 20; 40; 60 and 80%). There was a linear decrease in the ruminal dry Matter (DM), neutral detergent fiber (NDF) and FDNi pools, while the Intake (KI) and Soil (KD) rates of DM increased linearly. As MS pass-through rates (KP); Ki FDN; KP FDN; KD FDN and KPI (FDNi pass rate) were not influenced. There was no interaction between collection times (0; 2; 4 and 6 h) and of substitution for any of the ruminal parameters. Ruminal pH decreased linearly, while as concentrations of the ruminal ammonia nitrogen (NAR), short-chain fatty acids were not, as well as the acetate: Propionate ratio, which was 3, 25, in the informatic function of the substitution. As maximum concentrations of NAR, acetate and Propionate were 26, 78 mg/dL; 45, 81 mmol/L and 44, 89 mmol/L; Estimated at 2, 36; 3, 44; and 3, 43 hours after feeding, respectively. Palm Forage Elephant ear Mexican can substitute sorghum silage up to 80% in the feeding of fistulated and cannulated sheep, without verb to negatively alter ruminal parameters and fiber dynamics.

Keywords: fermentation, kinetics, roughage, rumen, semi-arid

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A região semiárida brasileira possui sua maior extensão no Nordeste e se relaciona diretamente ao bioma da caatinga, que possui características edafoclimáticas específicas, como a irregularidade e má distribuição da precipitação pluviométrica no tempo e espaço geográfico. Em tais condições, a vegetação, composta em grande parte por plantas xerófilas, que apesar de resistentes e adaptadas, encontram-se em quantidade e qualidade insuficientes para suprir as necessidades nutricionais dos animais em épocas de seca (COUTINHO et al., 2013).

A partir da necessidade de fornecer alimentação suficiente e adequada ao bom desempenho animal, se faz necessária a implementação de estratégias alimentares, especialmente na estiagem, que forneçam nutrientes para minimizar cada vez mais, as perdas produtivas. Dentre tais ferramentas, a utilização da palma forrageira se destaca devido a sua adaptação à condição de seca; sendo assim, fonte de nutrientes necessários à sobrevivência no semiárido, e também por já estar estabelecida nessa região (DAMASCENO et al., 2002; CASTRO, 2018).

A adaptabilidade da palma forrageira se deve ao Metabolismo Ácido das Crassuláceas (MAC) que promove utilização eficiente de água. Os clones de maior difusão na região Nordeste eram a palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill.) e a Miúda (*Nopallea cochenilifera* SalmDyck); no entanto, a praga *Dactylopius opuntia* (Cochonilha-do-carmim) reduziu grande parte da quantidade disponível de palma Gigante; este problema trouxe consequências graves como a morte de milhares de animais, a redução na produção e produtividade dos rebanhos (SILVA et al., 2015).

Com a problemática da cochonilha-do-carmim os pecuaristas se viram obrigados a aumentar a aquisição de insumos externos como concentrados, silagens de milho e sorgo, bagaço de cana, feno de capim tifton e cana-de-açúcar, muitas vezes a preços exorbitantes. Com a redução massiva dos palmais nordestinos, se tornou necessário o desenvolvimento de clones resistentes à cochonilha-do-carmim, como por exemplo, a palma Orelha de Elefante Mexicana – OEM (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) (SILVA et al., 2015; ALMEIDA et al., 2018).

De forma geral, uma vantagem importante da palma forrageira se relaciona à redução linear ou mesmo o suprimento da necessidade de água de bebida, quando o consumo desta forrageira é aumentado, contribuindo desta maneira, para o consumo

diário de água. Devido ao baixo teor de fibra em detergente neutro (em torno de 26%) é necessário associar uma fonte de fibra fisicamente efetiva à alimentação, pois quando a palma é fornecida isoladamente pode provocar problemas metabólicos, mesmo em dietas que atendem a necessidade nutricional (GALVÃO JÚNIOR et al., 2014).

A substituição parcial da silagem de sorgo pela palma OEM, pode ser utilizada de forma estratégica para reduzir os custos associados ao fornecimento alimentar, na utilização de uma cultivar de palma adaptada com menor custo de implantação e menores riscos de perdas de cultivo, pela resistência às condições de semiárido; para corrigir as necessidades de fibra e assim garantir a ordem do funcionamento metabólico do trato gastrintestinal dos ruminantes (OLIVEIRA, 2018).

Vale mencionar que o cultivo de sorgo exige precauções em relação às características climáticas do semiárido, especialmente quanto à irregularidade da distribuição de chuvas que, de certa forma, induz a utilização de recursos naturais na alimentação animal, como a palma forrageira, que já está bem estabelecida e pode garantir sustentabilidade ao sistema produtivo (OLIVEIRA et al., 2018).

Foram avaliados os efeitos da substituição da silagem de sorgo pela palma OEM em dietas para ovinos, nas variáveis relacionadas ao consumo de FDNi; parâmetros ruminais e dinâmica da MS e fibra (FDN e FDNi).

CAPÍTULO I

Parâmetros ruminais em ovinos alimentados com palma Orelha de Elefante Mexicana em substituição à silagem de sorgo

INTRODUÇÃO

A pecuária no nordeste brasileiro envolve principalmente pequenas e médias unidades produtivas. Nestas, a situação climática de estiagem na condição de periodicidade afeta diretamente a produção de volumosos em termos quantitativos e qualitativos (CAMARGO, 2018; PINTO, 2015). Aliado a estes eventos, uma seca de grandes dimensões ocorreu no período de 2010 a 2012 e acarretou drásticos prejuízos socioeconômicos, devido ao elevado efetivo de animais e ao número de propriedades relacionadas à agricultura familiar sem que houvesse recurso forrageiro disponível à atividade pecuária (CGEE, 2016).

Em função da alta demanda de forragens, alimentos volumosos passaram a ser comercializados, advindos de regiões com menor restrição hídrica e vendidos a preços proibitivos, algumas vezes superando os preços praticados para os alimentos concentrados. Entre os volumosos está a silagem de sorgo. Outras forragens também foram incluídas neste comércio como a silagem de milho, cana-de-açúcar, capim elefante e bagaço de cana-de-açúcar (SÁNCHEZ, 2018; TRIVELIN, 2018).

Diversas pesquisas demonstraram o potencial produtivo da palma forrageira, especialmente a Orelha de Elefante Mexicana - OEM (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.), que pode ser utilizada de maneira estratégica, com o objetivo de racionalizar o uso dos recursos forrageiros e reduzir a dependência de insumos externos (QUEIROZ et al., 2018; SILVA, et al. 2018).

De acordo com a composição químico-bromatológica da palma, esta possui baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN) e, pela necessidade fisiológica do animal ruminante, torna-se relevante associar a uma fonte de fibra fisicamente efetiva. Assim, a silagem de sorgo poderia atender ao requisito (MERTENS, 1997; CARVALHO, et al., 2018).

Análises que visam avaliar o valor nutricional dos alimentos são importantes, bem como a experimentação com o uso do método *in vivo*, que direciona e valida metodologias pela acurácia obtida em tal prática, possibilitando, as avaliações do líquido ruminal e quantificação direta do conteúdo do rúmen (FERNANDES et al., 2017; ANDRADE, 2017).

O entendimento da dinâmica ruminal, a partir do esvaziamento, é viabilizada a determinação do *pool* ruminal em animais fistulados e canulados, uma vez que estes métodos podem ser ferramentas para avaliação do efeito da dieta na dinâmica da fibra e parâmetros ruminais; além de fornecerem subsídios para eficiência da nutrição animal e, consequentemente, reduzir custos no sistema produtivo (COSTA, 2015; SALOMÃO et al., 2015).

Objetivou-se avaliar os efeitos da substituição da silagem de sorgo pela palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana sobre o consumo de MS, PB, CNF, FDN e FDNi, dinâmica ruminal (*pool* ruminal de matéria seca e fibra insolúvel em detergente neutro; taxas de passagem da matéria seca; fibra insolúvel em detergente neutro e fibra em detergente neutro indigestível) e parâmetros ruminais (ácidos graxos de cadeia curta, pH e nitrogênio amoniacal ruminal) em dietas para ovinos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Avaliação de Alimentos para Pequenos Ruminantes II do Departamento de Zootecnia na Unidade Sede da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife, Pernambuco, Brasil (8° 04' 03" latitude, 34° 55' 00" e 4 m de altitude). Os animais foram manejados conforme as normas estabelecidas pela legislação da Comissão de Ética em Uso Animal (CEUA) sob a licença 143/2018.

Foram utilizados cinco ovinos machos castrados SRD (Sem Raça Definida), com um peso corporal inicial médio de $52,9 \pm 6,0$ kg fistulados canulados no rúmen. Os animais foram pesados, identificados e desverminados antes do início do experimento e alojados em baias dispostas linearmente, individuais, providas de comedouros e bebedouros.

O experimento teve duração de 105 dias, com cinco períodos de 21 dias, dos quais 14 foram destinados à adaptação dos animais às dietas e sete para coleta de dados e amostras (alimentos, sobras, fluido ruminal, frações sólida e líquida dos esvaziamentos ruminais).

Os tratamentos consistiram em dietas com níveis crescentes de substituição (0; 20; 40; 60; 80%) de silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por palma Orelha de

Elefante Mexicana – OEM (*Opuntia stricta* [Haw] Haw). A composição química dos ingredientes presentes nos alimentos (Tabela 1), assim como a proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1 – Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Nutriente	Alimento				
	Silagem de sorgo	Palma forrageira	Milho moído	Farelo de soja	Caroço de algodão
Matéria seca ¹	337	107	884	867	883
Matéria orgânica ²	894	868	966	906	948
Proteína bruta ²	73	36	108	563	253
Extrato etéreo ²	16	14	38	14	181
Fibra em detergente neutro ^{2,3}	517	275	139	184	3867
Carboidratos não fibrosos ²	289	541	681	157	127
Fibra em detergente neutro indigestível ²	204	100	24	22	21

¹ g/kg de matéria natural; ² g/kg de matéria seca; ³ corrigida para proteína e cinzas.

Tabela 2 – Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais (g/kg de MS)

Ingredientes	Níveis de Substituição (%)				
	0	20	40	60	80
Silagem de sorgo	650	520	390	260	130
Palma forrageira	0,0	128,3	256,6	384,9	513,2
Milho moído	173,5	173,5	173,5	173,5	173,5
Farelo de soja	100	100	100	100	100
Caroço de algodão	60	60	60	60	60
Ureia/SA	1,5	3,2	4,9	6,6	8,3
Sal comum	5	5	5	5	5
Mistura mineral	10	10	10	10	10
Composição química					
Matéria Seca ¹	428	316	253	209	179
Matéria orgânica	913	908	906	905	900
Proteína bruta	140	140	140	139	139
Extrato etéreo	29	29	29	29	29
Fibra em detergente neutro ²	419	376	341	307	267
Carboidratos não fibrosos	319	364	401	439	478
Fibra em detergente neutro indigestível	140	126	112	99	85

¹ g/kg de matéria natural; ²Corrigida para proteína e cinzas; Componentes do premix mineral: Fosfato bicálcico, calcário, sal comum, flor de enxofre, sulfato de zinco, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, sulfato de manganês, iodato de potássio e selenito de sódio.

As dietas foram fornecidas na forma de mistura completa e a quantidade total diária foi dividida em duas refeições com 50% cada uma, às 8h00 e 16h00, *ad libitum*, admitindo-se sobras de até 10% do total de MS ofertada, considerando o consumo do dia anterior para o ajuste do dia subsequente e a disponibilidade de água foi contínua.

Anteriormente ao início do experimento e semanalmente foram realizadas as análises da matéria seca (MS) (Método 934.01; AOAC, 2000) dos ingredientes das

dietas, com o objetivo de ajustar as quantidades do fornecimento de acordo com as proporções estabelecidas nos tratamentos.

Foram coletadas e preparadas amostras dos alimentos, que foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada (a 55°C por 72 horas), moídas em moinho de facas e divididas em duas partes, uma metade submetida à peneira de 1 mm para análises químicas, e a outra à peneira de 2 mm para incubação ruminal, garantindo desta forma a retenção do material amostral.

Proteína bruta (PB) (nitrogênio total utilizando-se o procedimento micro-Kjeldahl), matéria mineral (MM) (por incineração a 600° durante 4 horas) e extrato etéreo (EE) (Método de Goldfish, extração com éter de petróleo) dos ingredientes dietéticos (Métodos número 968.06; 930.05 e 920.39; AOAC, 2000), bem como as análises de FDN foram realizadas com a correção das frações de cinzas e proteína (FDNcp), segundo recomendações de Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente.

Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados como preconizado por Detmann e Valadares Filho (2010), com a aplicação da seguinte fórmula: $CNF = 1000 - [(PB - PBu + U) + FDNcp + EE + MM]$, em que PB = teor de proteína bruta; PBu = proteína bruta oriunda da ureia; U = teor de ureia; FDNcp = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e compostos nitrogenados; EE = teor de extrato etéreo; MM = teor de material mineral.

A coleta de líquido ruminal foi realizada segundo Cabral et al. (2003), no 18° dia de cada período experimental, às 0; 2; 4 e 6 horas após a alimentação matinal. O volume de 150 mL foi retirado por meio da cânula de cada animal das localizações dorsal anterior, ventral anterior, ventral médio e dorsal posterior do rúmen.

Este material foi submetido à filtração por camada de gaze de algodão e aferição do pH utilizando-se um pHmetro (aparelho Modelo k39-0014P-kasvi, Taiwan, CHN). Posteriormente, ao líquido ruminal foi adicionada solução de ácido sulfúrico a 50% (1:1), com o objetivo de interromper a fermentação do material em fator de diluição 30:1 (líquido:ácido); o volume total foi fragmentado e armazenado em tubos do tipo Falcon para posterior determinação do Nitrogênio Amoniacal Ruminal (NAR), pelo

método proposto por Detmann et al. (2012), e com uso da cromatografia, segundo Gray et al. (1952), foi realizada a determinação dos Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC).

Foram realizados dois esvaziamentos ruminais, o primeiro no 19º dia, quatro horas após o fornecimento da alimentação matinal, e o segundo no 21º dia, imediatamente antes do primeiro fornecimento diário da dieta. Para obtenção dos valores referentes à dinâmica ruminal, o processamento se deu pela pesagem do conteúdo da digesta e posterior filtração com tecido de algodão para separação das fases sólida e líquida; amostragem das frações separadamente; retorno do material excedente ao rúmen dos animais e congelamento das amostras para determinação de matéria seca (MS), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi). E a partir de tais quantificações, foram calculados os pools ruminais e taxas de ingestão (K_i), passagem (K_p), degradação (K_d) e passagem da FDNi (K_{pi}), de acordo como preconizado por Allen e Linton (2007). Desta maneira, a partir da quantidade diária de MS da fração sólida obtida por meio do esvaziamento ruminal dividida pelo respectivo *pool* ruminal, se tornou possível calcular os parâmetros da dinâmica ruminal.

Ao final de cada período, os componentes da dieta e as frações líquida e sólida oriundas dos esvaziamentos foram pré-secos em estufa de ventilação forçada a 55 ° C; passaram por moagem e foram identificados e armazenados.

Com relação à fração de FDNi, foi realizada a análise com a utilização de amostras dos alimentos presentes na dieta de todos os tratamentos e porção sólida do esvaziamento, submetidas a moagem em moinho do tipo Willey para ultrapassar peneira de 2 mm. Posteriormente, as amostras foram submetidas à incubação *in situ*, por período de 288 h, em rúmen de um bovino, com fornecimento alimentar ajustado à proporção de 80:20 (volumoso e concentrado, respectivamente), baseado na MS dos ingredientes. As amostras incubadas foram submetidas aos procedimentos para obtenção da FDNi, para estimar a indigestibilidade, conforme recomendação de Detmann et al. (2012).

O delineamento experimental foi o Quadrado Latino 5x5. Para realizar a análise das variáveis investigadas foi utilizado o recurso PROC MIXED no software SAS

(versão 9.2), adotando 5% como o nível de probabilidade para erro de tipo I, conforme representado no seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + a_j + p_k + \varepsilon_{ijk}$$

Onde, Y_{ijk} é a variável dependente, μ é a média geral; T_i é o efeito do tratamento i ; a_j é o efeito do animal j ; p_k é o efeito do período k ; e ε_{ijk} é o erro assumido na distribuição. Posteriormente à análise de variância foi determinado o resultado dos efeitos lineares e quadráticos obtidos com a inclusão de palma em substituição à silagem de sorgo.

O pH ruminal, NAR e os ácidos graxos de cadeia curta foram analisados como os efeitos de medidas repetidas ao longo do tempo, adotando 5% como o nível de probabilidade para erro de tipo I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca (CMS) e carboidratos não fibrosos (CNF) aumentaram e o de fibra em detergente neutro (FDN) diminuiu linearmente. O consumo de proteína bruta (PB) não foi influenciado, enquanto o consumo de FDNi apresentou comportamento quadrático em função da substituição da silagem de sorgo pela palma forrageira (Tabela 3).

Tabela 3 – Consumos médios de nutrientes, em função dos níveis de substituição de silagem de sorgo por palma forrageira e níveis máximos/mínimo de substituição

Consumo (kg/dia)	Níveis de Substituição (%)					EPM	<i>P-Valor</i>	
	0	20	40	60	80		L	Q
MS *	1,119	1,243	1,231	1,305	1,278	0,032	0,006	0,142
PB *	0,166	0,180	0,177	0,185	0,180	0,004	0,077	0,205
CNF *	0,357	0,453	0,494	0,573	0,611	0,022	<0,000	0,306
FDN ¹ *	0,472	0,466	0,420	0,398	0,342	0,014	<0,000	0,098
FDNi	0,150	0,161	0,144	0,134	0,110	0,005	<0,000	0,008

Item	Máximo / Mínimo		
	Consumo	Nível (%)	Equação
MS	1,311	80,0	$y = 0,0019x + 1,1592$
CNF	0,623	80,0	$y = 0,0031x + 0,372$
FDN	0,357	80,0	$y = -0,0016x + 0,4852$
FDNi	0,155	16,32	$y = -0,00001x^2 + 0,0004x + 0,1522$

¹ = Corrigida para cinzas e proteína; L= linear; Q=quadrática; P= probabilidade; EPM= erro padrão da média; MS=matéria seca; PB= proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; CNF= carboidratos não fibrosos; FDNi=fibra em detergente neutro indigestível; * Rezende (2018).

Apesar de o consumo de matéria seca aumentar, o de PB não foi influenciado, provavelmente em função de seleção, já que os teores de PB da dieta efetivamente consumida foram alterados (148,3; 144,8; 143,7; 141,7 e 140,8g/kg) em função dos níveis de substituição 0; 20; 40; 60 e 80%, respectivamente. Essa pequena seleção também pode ser observada pelo comportamento da taxa de ingestão de MS, que aumentou linearmente com a inclusão de palma na dieta (Tabela 4). Em dietas com palma forrageira, onde a mucilagem é exposta pelo processamento, é observada a adesão da palma a outras partículas de alimentos, inclusive daqueles que apresentam pouca aceitabilidade pelos animais (SOUZA et al., 2010; ALMEIDA, 2012).

O aumento no consumo de MS se deu à medida que as quantidades de FDN e FDNi nas dietas diminuíram (Tabela 2). Provavelmente, houve efeito de repleção nas dietas com maior participação de silagem. Isto é justificado pela menor taxa de

degradação da FDN. Reforçando este comportamento, verificou-se que os *pools* diminuíram com a substituição (Tabela 4). De acordo com as suas características químicas e físicas particulares, a FDN representa a fração do alimento insolúvel em meio neutro lentamente degradável (em comparação ao conteúdo celular, no caso da palma, principalmente CNF), e ou indegradável, que compreendem a fração que ocupa espaço no trato digestivo dos ruminantes (OLIVEIRA et al., 2011).

Tanto a fibra quanto o teor de CNF são importantes na regulação do consumo. A fibra atua na repleção, então o desaparecimento pela fermentação ou passagem exerce controle na retenção da digesta no rúmen e, conseqüentemente, na taxa de ingestão. Basicamente, o CNF é fermentado pela microbiota ruminal em propionato, que sensibiliza quimiorreceptores ruminais e hepáticos, onde seu produto do metabolismo atua como potencial substância anoréxica (PULINA et al 2013).

Foi observado que houve diminuição linear para os *pools* de MS, FDN e FDNi, enquanto que as taxas de ingestão (K_i) e degradação (K_d) da MS aumentaram linearmente. As taxas (K_i FDN; de passagem (K_p) da MS; K_p FDN; K_d FDN e de passagem da FDNi (K_{pi}) não foram influenciadas pelo incremento de palma forrageira (Tabela 4).

A diminuição dos *pools* de MS, FDN e FDNi, refletiu a composição das dietas experimentais (Tabela 2). Da mesma forma, o aumento nas K_i e K_d da MS das dietas, haja vista que a palma forrageira é um volumoso diferenciado, já que possui elevada quantidade de CNF e baixa concentração de FDN, o que pode promover aumento do aporte de energia, favorecendo o crescimento microbiano e, conseqüentemente, a degradação ruminal (BATISTA et al., 2009).

A k_p da MS não foi influenciada pela substituição da silagem de sorgo por palma OEM, provavelmente isso aconteceu em função da maior taxa de desaparecimento da MS da palma do que da silagem de sorgo. Esse efeito pode ser comprovado estimando a taxa de digestão ruminal ($K_d/(K_d+K_p)$). Essa taxa foi de 0,66; 0,67; 0,74; 0,77 e 0,82 para os níveis 0; 20; 40; 60 e 80% de substituição da silagem de sorgo por palma forrageira.

Tabela 4 – Pools ruminais e taxas de ingestão, passagem e degradação, em função dos níveis de substituição da silagem de sorgo por palma forrageira

Pools (g/kg)	Níveis de Substituição (%)					EPM	P-Valor	
	0	20	40	60	80		L	Q
MS	661,22	625,34	511,46	555,98	524,96	137,06	0,0144	0,2550
FDN	463,68	372,22	317,54	328,86	298,94	104,48	0,0164	0,1880
FDNi	241,92	177,12	171,88	154,84	157,44	67,71	0,0485	0,4382
Taxas (h ⁻¹)								
Ki MS	0,0742	0,0832	0,1058	0,1020	0,1018	0,0162	0,0013	0,2243
Kp MS	0,0250	0,0278	0,0272	0,0236	0,0188	0,0048	0,6275	0,1596
Kd MS	0,0492	0,0556	0,0786	0,0770	0,0832	0,0131	<0,0001	0,3741
Ki FDN	0,0465	0,0527	0,0587	0,0525	0,0481	0,0113	0,2151	0,1556
Kp FDN	0,0015	0,0184	0,0180	0,0163	0,0135	0,0036	0,8617	0,2011
Kd FDN	0,0307	0,0342	0,0406	0,0361	0,0346	0,0086	0,1085	0,1957
Kpi	0,0298	0,0385	0,0385	0,0380	0,0295	0,0090	0,1576	0,2367

EPM, erro padrão da média; L, efeito linear, Q, efeito quadrático; MS, matéria seca; FDN, fibra em detergente neutro; FDNi, fibra em detergente neutro indigestível; Ki, taxa de ingestão (MS, FDN); Kp, taxa de passagem (MS, FDN); Kd, taxa de digestão (MS, FDN); Kpi, taxa de passagem da FDNi.

A taxa de degradação da MS variou positivamente à medida que o teor de palma se elevou; isto possivelmente ocorreu em função do maior teor de CNF das dietas com menor quantidade de silagem de sorgo. Os parâmetros da cinética ruminal da fibra, especificamente a degradação e o trânsito devem ser avaliados integralmente, o potencial de degradabilidade exercida pela microbiota segue a natureza do substrato disponível, bem como o tamanho de partícula podem regular a velocidade da saída da partícula no rúmen, pois o tempo para que uma partícula alcance uma gravidade específica que causa a saída do conteúdo diminui enquanto a velocidade de utilização de compostos potencialmente degradáveis aumenta (ALLEN, 1996).

Um dos parâmetros para determinar se a dieta fornecida estaria adequada às necessidades fisiológicas dos ruminantes é a concentração do nitrogênio amoniacal ruminal (NAR), em diversas condições dietéticas experimentais (VIEIRA et al., 2017). Segundo Nocek e Russell (1988) e Stern et al. (1994), a fermentação ruminal é determinada pela taxa de hidrólise da proteína, que conseqüentemente altera a disponibilidade de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), aminoácidos, peptídeos e ácidos graxos de cadeia ramificada para o crescimento da microbiota ruminal. Ainda de acordo com Stern e Hoover (1979), de 40 a 100% do nitrogênio requerido pela microbiota pode ter origem do nitrogênio amoniacal.

No estudo realizado por Satter e Slyter (1974) foi observada a concentração mínima de 5 e máxima de 10 mg/100 mL de NAR para não limitar a síntese microbiana. O valor médio obtido no presente estudo foi de 19,78 mg/100mL, muito acima da concentração estabelecida como limitante para crescimento da população microbiana, e a concentração mínima foi observada duas horas após a alimentação (Figura 3). No entanto, essa concentração foi suficiente para garantir o crescimento microbiano, conforme Leng (1990), o qual observou em regiões tropicais, que deve ser superior a 10mg/dL para maximizar a digestão ruminal da MS, e acima de 20mg/dL, para que haja consumo máximo de MS.

Alguns alimentos, como por exemplo, a polpa cítrica, possuem altas concentrações de pectina, que é um carboidrato estrutural de rápida degradação (30 - 50%/hora), até mais rápida que o amido (10-20%/hora) e possui como precursor genérico, o ácido galacturônico, que pode estar associado a outros polissacarídeos neutros, que juntos consistem nos principais sacarídeos do cladódio de palma forrageira (TIGRE, 2016; MCCANN e ROBERTS, 1991; O'NEILL et al. 1990).

Tabela 5 – Parâmetros ruminiais, em função dos níveis de substituição da silagem de sorgo por palma forrageira

Item	Níveis de substituição (%)						P valor				
	0	20	40	60	80	EPM	Tratamento		Tempo		Trat x Tempo
							L	Q	L	Q	
NAR ¹	19,42	17,07	20,73	19,39	22,55	9,06	0,71	0,81	<0,0001	<0,0001	0,2356
pH ²	6,72	6,60	6,55	6,51	6,50	0,32	0,003	0,40	<0,0001	<0,0001	0,2220
Acetato ³	35,13	42,19	44,23	40,05	39,54	15,50	0,322	0,145	0,1323	0,0024	0,728
Propionato ³	10,77	13,15	13,95	12,31	12,64	5,35	0,391	0,162	0,0016	0,0001	0,6227
Butirato ³	5,75	6,78	7,83	7,00	6,56	6,20	0,185	0,249	0,205	0,249	0,9074
Acetato/Propionato ³	3,26	3,28	3,17	3,25	3,13	0,22	0,861	0,781	0,828	0,781	0,8612

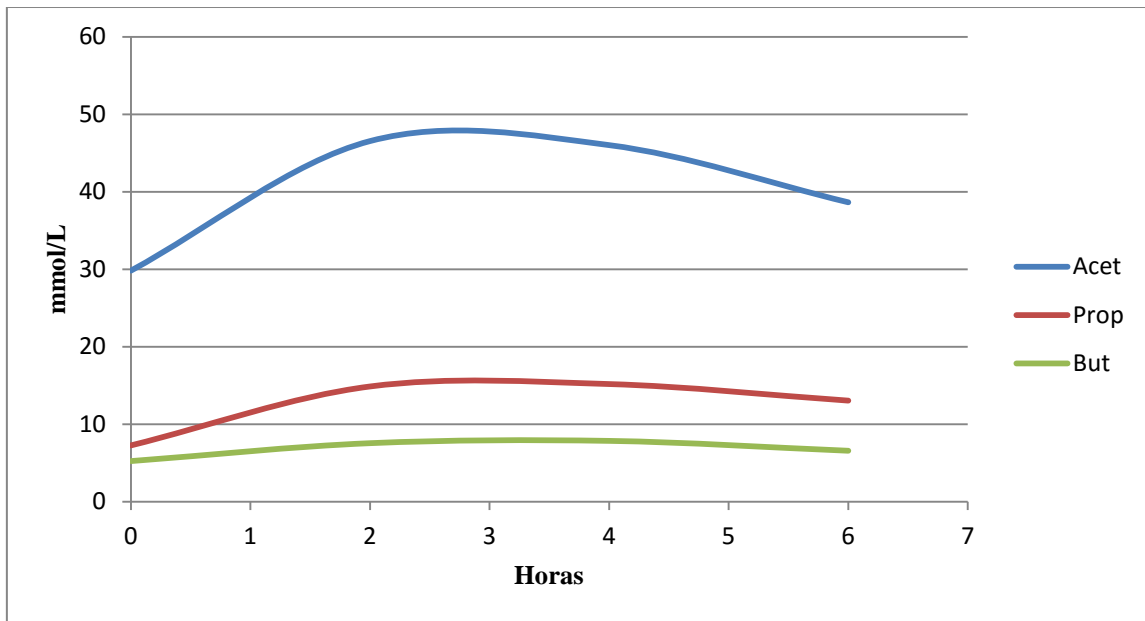
EPM, erro padrão da média; L, efeito linear, Q, efeito quadrático; NAR, nitrogênio amoniacal ruminal; Trat, tratamento; 1- mg/100mL; 2- Escala de potencial hidrogeniônico (0 – 14); 3- mmol/L.

De acordo com Rocha Filho (2012) e Tigre (2016), os CNF da palma forrageira são fermentados rapidamente no rúmen; no entanto, são metabolizados à ácidos mais fracos, fato que ocorre diferente com o amido. Comparativamente, o milho possui 71,45% de amido (VALADARES FILHO et al.; 2019) e a palma, além de maior concentração de pectinas, possui 13,5% de amido (ROCHA FILHO, 2012), condicionando a melhora no padrão fermentativo, pois estes componentes incluídos na dieta de ruminantes mantêm as proporções dos AGCC, resultando menor variação no pH ruminal, explicando a pequena variação observada no pH (6,72; 6,60; 6,55; 6,51; 6,50) que diminuiu linearmente com a crescente substituição da silagem de sorgo pela palma forrageira, conforme Tabela 5. Nesse contexto, os AGCC não foram influenciados ($P>0,05$) pela substituição da silagem de sorgo pela palma forrageira.

A ingestão de alimentos rapidamente fermentescíveis, como é o caso de alimentos concentrados, ricos em CNF, aumenta a atividade microbiana, condição esta que pode causar substancial flutuação nos produtos finais da fermentação (ácidos graxos de cadeia curta e amônia) e no pH ruminal. A quantidade em excesso de CNF pode acarretar problemas metabólicos e tem sido relacionada com a possível diminuição nas proporções de butirato e acetato ruminal e diminuição na relação acetato/propionato (GOULARTE et al, 2011; OLIVEIRA, 2018). Porém, esse comportamento não foi verificado no presente trabalho, uma vez que não houve alteração nos mesmos, nem na relação acetato:propionato, que foi de 3,25 ($p>0,05$), conforme Tabela 5. Assim, provavelmente o padrão de fermentação dos CNF da palma forrageira difere dos alimentos concentrados devido à sua composição, notadamente, a presença de substâncias pépticas.

Não houve interação entre tempo e níveis de substituição para nenhum dos parâmetros ruminais (Tabela 5). Quanto aos tempos de coleta, observou-se comportamento quadrático para todos os parâmetros, com exceção do butirato (Figuras 1, 2, 3). As concentrações máximas de NAR, acetato e propionato foram de 26,78 mg/dL; 45,81 mmol/L e 44,89 mmol/L; estimadas às 2,36; 3,44; 3,43 horas pós alimentação, respectivamente.

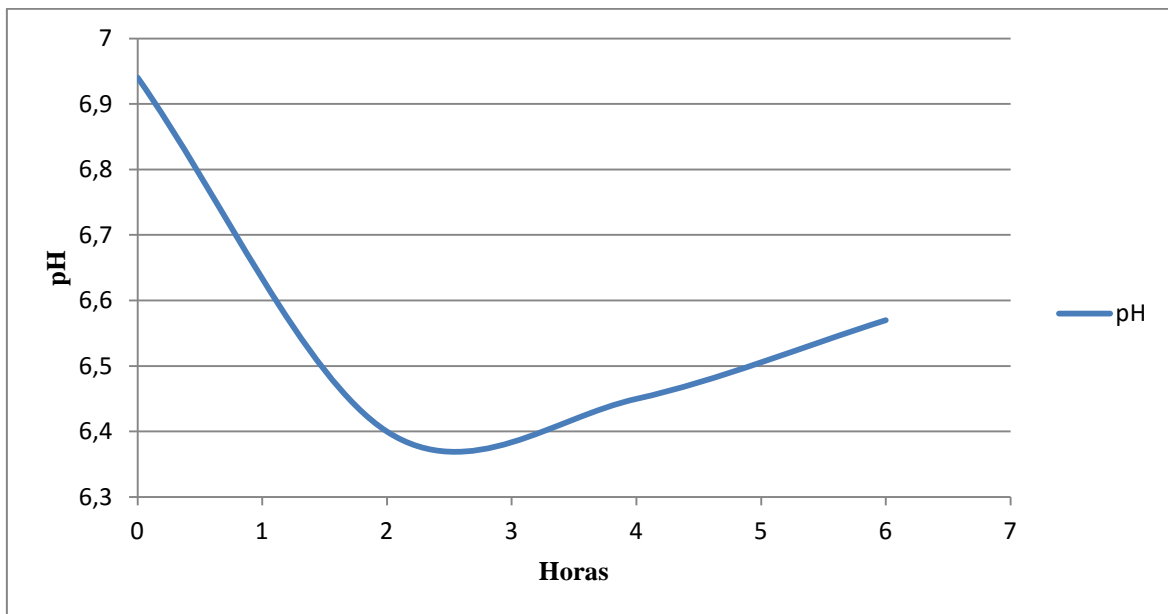
Figura 1 – Ácidos graxos de cadeia curta em função dos tempos de coleta



$$\text{Ácido Acético} = -1,2660x^2 + 8,7002x + 30,8931$$

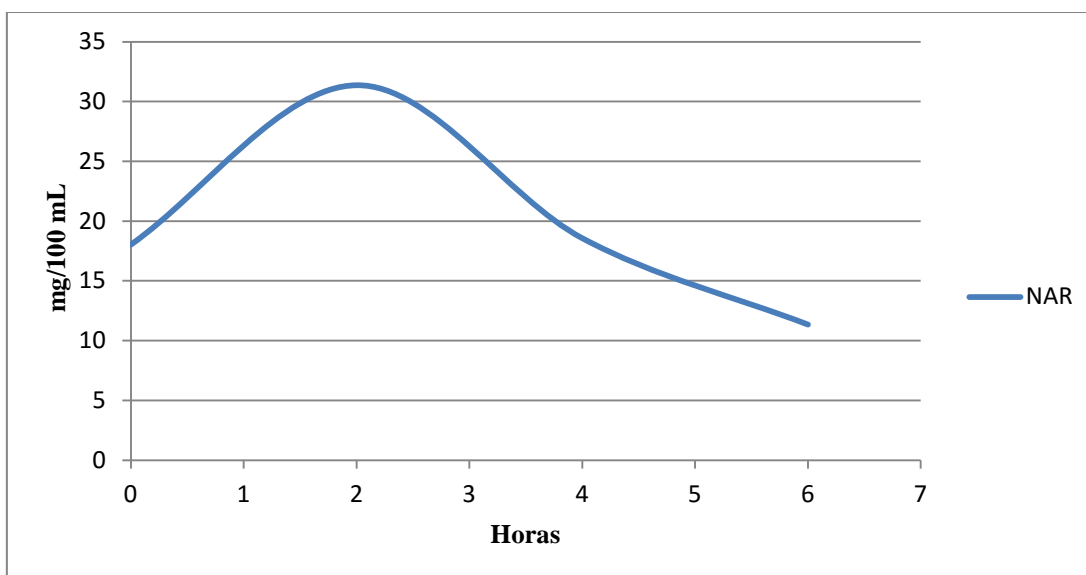
$$\text{Ácido Propiônico} = -0,5417x^2 + 4,0789x + 7,6472$$

Figura 2 – pH em função dos tempos de coleta



$$\text{pH} = 0,0419x^2 - 0,3058x + 6,9127$$

Figura 3 – Nitrogênio amoniaco ruminal (NAR) em função dos tempos de coleta



$$\text{NAR} = -1,2846x^2 + 6,0637x + 19,628$$

CONCLUSÃO

Palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana é uma opção na alimentação de ovinos a ser considerada, pois a substituição de silagem de sorgo em até 80% por essa cactácea, não é suficiente para alterar negativamente os parâmetros ruminais e a dinâmica ruminal da MS e fibra (FDN e FDNi) com nenhuma ou mínima alteração de condições fisiológicas ruminais, especialmente a redução linear no pH ruminal, que não foi suficiente para alterar, de maneira negativa, as variáveis estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**. Oxford – UK, v.74, n. 12, p. 3063-3075, 1996.

ALLEN, M.S.; LINTON, J.A.V. In vivo methods to measure digestibility and digestion kinetics of feed fractions in the rumen. In. RENNÓ, F.P.; SILVA, L.F.P. (Eds.) Simpósio Internacional Avanços em Técnicas de Pesquisa em Nutrição de Ruminantes, 1., 2007. Pirassununga, **Anais...** Pirassununga: FAPESP, 2007. p. 72-89.

ALMEIDA, H. A.; PINTO, I. O.; SANTOS NETO, J. A. Diagnosis and alternative of the revitalization of spineless cactus in semi- arid of the state of Paraíba. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba – PR, v. 1, n. 4, p. 1346-1359, 2018.

ALMEIDA, R.F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semi-árido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Pombal – PB, v. 7, n. 4, p. 08-14, 2012.

ANDRADE, J.J.L. **Uso de simulação para estimar o consumo voluntário de ovinos em pastagens**. 2017. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba - RN.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 17. ed. Arlington ,VA : AOAC International, 2000.

BATISTA, A.M.V.; RIBEIRO NETO, A. C.; LUCENA, R. B., SANTOS, D. C., DUBEUX JR.; J. B.; MUSTAFA, A. F. 2009. Chemical Composition and Ruminant Degradability of Spineless Cactus Grown in Northeastern Brazil. *Rangeland Ecology & Management*. Arizona – USA, v.62, n. 3, p. 297–301, 2009.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PEREIRA, O.G.; NUNES, P.M.M.; VELOSO, R.G.; PEREIRA, E.S. Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa – MG, v.32, n. 5, p.1250-1258, 2003.

CAMARGO, AC. **Desafios na produção de leite**. 2018. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1092917/1/DesafiosnaProducaoDeLeite.pdf>> Acesso em: 06 abr. 2019.

CARVALHO, C.B.M.; EDVAN, R.L.; CARVALHO, M.L.A.M.; REIS, A.L.A.; NASCIMENTO, R.R. Uso de cactáceas na alimentação animal e seu armazenamento após colheita. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba – ES, v. 67, n. 259, p. 440-446, 2018.

CASTRO, C.N. **A agricultura no nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento**. 2018. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1011/1/TD_1786.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2018.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Secas no Brasil, política e gestão proativas.** 2016. Disponível em: <https://www.cgge.org.br/documents/10195/734063/seca_brasil-web.pdf> Acesso em 06 abr. 2019.

CONCEIÇÃO, M.G.; FERREIRA, M.A.; CAMPOS, J. M.S.; SILVA, J.L.; DETMANN, E.; SIQUEIRA, M.C.B.; BARROS, L.J.A.; COSTA, C.T.F. Replacement of wheat bran with spineless cactus in sugarcane-based diets for steers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 4, p. 158-164, 2016.

COSTA, C. T. F. ; FERREIRA, M. A.; CAMPOS, SOUZA, J. M. ; SILVA, J. L. ; ANDRADE, R. P. X.; CONCEIÇÃO, M. G. **Multiple supplements containing spineless cactus enriched with urea for cattle.** Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 39, p. 363-369, 2017.

COUTINHO, M. J. F.; CARNEIRO M. S. S.; LOIOLA R. E.; PINTO, A. P. A Pecuária como Atividade Estabilizadora no Semiárido Brasileiro. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu - SP, v.2, n.1, p. 9-17. 2013.

DAMASCENO, J.C.; SANTOS, G.T. DOS; CÔRTEZ, C.; REGO, F.C.A. **Aspectos da alimentação da vaca leiteira.** 2002. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/aspecto-08-03.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2018.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVÊDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos.** INCT - Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema, MG. 2012. p. 1-214.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** Belo Horizonte – MG, v. 62, n. p. 980-984, 2010.

FERNANDES, A.; OLIVEIRA, R.A.; FLUCK, I.; OLLÉ, A.C.A.; TURMINA, M.; GEHLEN J.C. Metodologias para estimar a digestibilidade de alimentos para ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Málaga – ES, v. 18, n.11, p.1-15, 2017.

GALVÃO JÚNIOR, J. G. B.; SILVA, J. B. A.; MORAIS, J. H. G.; LIMA, R. N. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró – RN, v. 8, n. 2, p. 78–85, 2014.

GOULARTE, S.R.; ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; ÍTAVO, C.C.B.F.; OLIVEIRA, L.C.S.; FAVARO, S.P.; DIAS, A.M.; TORRES JÚNIOR, R.A.A. , BITTAR, C.M.M. Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte – MG, v. 63, n. 6, p. 1479-1486, 2011.

GRAY, F.V.; PILGRIM, A.F.; RODDA, H.J.; WELLER, R.A. The nature and origin of the volatile fatty acids in the rumen of the sheep. **Nature**. London – UK, v. 170, n.954, p. 375–376, 1952.

ISHLER, V.; HEINRICHS, J.; VARGA, G. **From feed to milk: understanding rumen functions**. Penn State University Extension Circular 422, University Park, PA. 1-26 p. 1998.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor - quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research and Review**, Cambridge – UK, v.3, n.3, p.277-303, 1990.

LICITRA, G.; HERNANDES, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**. Amsterdam – NL, v. 57, n, 4, p. 347- 358, 1996.

MCCANN, M.C.; ROBERTS, K. Architecture of the primary cell wall. In LLOYD, C.W.(Ed.): **The Cytoskeletal Basis of Plant Growth and Form**. London – UK: Academic Press. 1991, p. 109-129.

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

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

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

OLIVEIRA, B. S.; PEREIRA, L. G. R.; AZEVEDO, J. A. G.; RODRIGUES, J. A. S.; VELASCO, F. O.; NEVES, A. L. A.; MAURÍCIO, R. M.; VERNEQUE, R. S.; SANTOS, R. D. Silage quality of six sorghum cultivars for sheep. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília , v. 53, n. 2, p. 256-264, 2018.

OLIVEIRA, B. S.; PEREIRA, L. G. R.; AZEVEDO, J. A. G.; RODRIGUES, J. A. S.; VELASCO, F. O.; NEVES, A. L. A.; MAURÍCIO, R. M.; VERNEQUE, R. S.; SANTOS, R. D. Silage quality of six sorghum cultivars for sheep. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília - DF, v. 53, n. 2, p. 256-264, 2018.

OLIVEIRA, M.D.A. Parâmetros ruminais de ovinos alimentados com dieta contendo óleo de babaçu ou buriti. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - **Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**. Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha- MA.

O'NEILL, M.; ALBERSHEIM, P.; DARVILL, A.G. The pectic polysaccharides of primary cell walls. In DEY, P.M.: **Carbohydrates**. London – UK: Academic Press. v. 2, 1990, p. 415-441.

PINTO, I.O. **Diagnóstico e revitalização da palma forrageira como alternativa da pecuária no cariri oriental da Paraíba**. 2015. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional - PPGDR. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

PULINA, G.; AVONDO, M.; MOLLE, G.; FRANCESCONI, A.H.D.; ATZORI, A.S.; CANNAS, A. Models for estimating feed intake in small ruminants. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa - MG, v.42, n. 9, p. 675-690.

QUEIROZ, M.G.; SILVA, T.G.F.; ZOLNIER, S.; SILVA, S.M.S.; SOUZA, C.A.A.; Carvalho, HFS. Relações hídrico-econômicas da palma forrageira cultivada em ambiente Semiárido. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 141-154, 2018.

REZENDE, F.M. **Utilização da palma forrageira orelha de elefante mexicana (Opuntia stricta Haw.) na alimentação de ruminantes**. 2018. Tese (Doutorado em

Zootecnia) – Programa de doutorado integrado em zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

ROCHA FILHO, R. R. **Palma gigante e genótipos resistentes à cochonilha do carmim em dietas para ruminantes**. 2012. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Programa de doutorado integrado em Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - PE.

SALOMÃO, B.M.; VALADARES FILHO S.C.; VILLELA, S.D.J.; SANTOS, S.A.; COSTA e SILVA, L.F., ROTTA, P.P. Desempenho produtivo de bovinos alimentados com cana-de-açúcar com diferentes níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte – MG, v. 67, n. 4, p. 1077-1086, 2015.

SÁNCHEZ, B.M.S. **Substituição da cana-de-açúcar por Palma Orelha de Elefante Mexicana em dietas para vacas em lactação**. 2018. Dissertação (Mestrado em Zootecnia.) - Departamento de Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - PE.

SATTER, L.D.; SLYTTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**. Cambridge - UK, v. 32, n. 2, p. 199-208, 1974.

SILVA, R.C.; FERREIRA, M.A.; OLIVEIRA, J.C.V.; SANTOS, D.C.; GAMA, M.A.S.; CHAGAS, J.C.C.; INÁCIO, J.G.; SILVA, E.T.S.; PEREIRA, L.G.R. Orelha de elefante mexicans (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) spineless cactus as na option in crossbred dairy cattle diet. **South African Journal of Animal Science**, Johannesburg – SA, v. 48, n. 3, p. 516-525, 2018.

SILVA, T. G. F.; ARAÚJO PRIMO, J. T.; MORAIS, J. E. F.; DINIZ, W. J. S.; SOUZA, C. A. A.; SILVA, M. C. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, Mossoró - RN, v. 28, n. 2, p.10-18, 2015.

SIQUEIRA, M. C.B. ; FERREIRA, M.A. ; MONNERAT, J. P. I. S. ; SILVA, J.L. ; COSTA, C.T.F.; CONCEIÇÃO, M. G. ; ANDRADE, R.P.X. ; BARROS, L.J.A. ; MELO, T. T. B. Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and

partial digestibility, fiber dynamics and ruminal parameters. **Animal Feed Science and Technology**, v. 226, p. 56-64, 2017.

SOUZA, C.M.S.; MEDEIROS, A.N.; FURTADO, D.A.; BATISTA, A.M.V.; PIMENTA FILHO, EC; SILVA, D.S. Desempenho de ovelhas nativas em confinamento recebendo palma-forrageira na dieta na região do Semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa – MG, v. 39, n. 5, p. 1146-1153, 2010.

STERN, M.D.; HOOVER W.H. Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein syntheses: a review. **Journal Animal Science**. Oxford – UK, v. 49, n. 6, p.1590-1603, 1979.

STERN, M.D.; VARGA, G.A.; CLARK, J.H.; FIRKINS, J.L.; HUBER, J.T.; PALMQUIST, D.L. Evaluation of chemical and physical properties of feeds that affect protein metabolism in the rumen. **Journal Dairy Science**. Ohio – USA, v.77, n.12, p.2762-2786, 1994.

TIGRE, J.S. Uso de polpa cítrica peletizada na alimentação de ruminantes. **Pubvet**. Londrina – PR, v 6, n. 24, p. 1410-2012, 2016.

TRIVELIN, GA. **Avaliação econômica de sistemas integrados de produção agropecuária**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias de Dracena, Dracena - SP.

VALADARES FILHO, S.C.; LOPES, S.A.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.F.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLE, E.R. CQBAL 4.0. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para ruminantes**. Disponível em <www.ufv.br/cqbal>. Acesso em: 29 mai. 2019.