

# Revista Agrária Acadêmica

## [Agrarian Academic Journal](#)

Volume 2 – Número 4 – Jul/Ago (2019)



doi: 10.32406/v2n42019/186-193/agrariacad

### **Avaliação histomorfométrica do epitélio ruminal de caprinos alimentados com palma forrageira.** Histomorphometric evaluation of the ruminal epithelium of goats fed with cactus cladodes

Tomás Guilherme Pereira da Silva<sup>1\*</sup>, Andreza Guedes de Oliveira Nascimento<sup>1</sup>, Joana Albino Munhame<sup>1</sup>, Ângela Maria Vieira Batista<sup>1</sup>, Adriana Guim<sup>1</sup>, Valdemiro Amaro da Silva Júnior<sup>2</sup>, Francisco Fernando Ramos de Carvalho<sup>1</sup>, Maria Edna Gomes de Barros<sup>3</sup>

<sup>1</sup>- Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: [\\*tomas-g@hotmail.com](mailto:tomas-g@hotmail.com)

<sup>2</sup>- Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife, Pernambuco, Brasil.

<sup>3</sup>- Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife, Pernambuco, Brasil.

#### **Resumo**

Objetivou-se investigar os efeitos do fornecimento de dietas com palma forrageira sobre parâmetros histomorfométricos do epitélio ruminal de caprinos. Os animais submetidos às dietas controle apresentaram saco dorsal com maior espessura da camada queratinizada e das camadas não queratinizadas do epitélio ruminal em relação aos que foram alimentados com palma miúda, sem diferir significativamente do tratamento com palma orelha de elefante mexicana (O.E.M.). Não houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para nenhum parâmetro analisado no saco ventral do rúmen. As dietas baseadas em feno de capim Tifton-85 associadas ou não a palma forrageira O.E.M. alteram a morfologia do epitélio ruminal de caprinos.

**Palavras-chave:** cactus, histology, oxalates, rumen, small ruminants

#### **Abstract**

The objective of this study was to investigate the effects of diets with cactus cladodes on histomorphometric parameters of the rumen epithelium in goats. The animals submitted to the control diets had a dorsal sac with a greater thickness of the keratinized layer and nonkeratinized layers of the ruminal epithelium compared to those fed with *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck, without significant difference in treatment with the *Opuntia stricta* [Haw.] Haw. (O.E.M.). There was no significant difference ( $P < 0,05$ ) for any parameters analyzed in the ventral sac of the rumen. The diets based on Tifton-85 hay associated or not with cactus cladodes O.E.M. can cause a change in the morphology of the ruminal epithelium.

**Keywords:** cactáceas, histologia, oxalatos, pequenos ruminantes, rúmen

## Introdução

A palma forrageira representa um recurso alimentar de alto potencial, estando bem estabelecida como alimento para animais ruminantes em regiões áridas e semiáridas do mundo (PAULA et al., 2019). Para Ben Salem (2010), o fornecimento de forragens adaptadas as condições de solo e clima do semiárido, como as cactáceas, é uma estratégia utilizada para reduzir os custos com aquisição de ingredientes concentrados e volumosos empregados na alimentação animal.

De acordo com Silva et al. (2018), milhares de hectares com palma forrageira foram dizimados no Nordeste brasileiro nos últimos anos, em razão de infestações por cochonilha do carmim (*Dactylopius* sp.). Assim, o cultivo de genótipos considerados resistentes ao ataque desse inseto, como a palma miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck), configura a melhor forma de controle dessa praga (VASCONCELOS et al., 2009). Atualmente, a procura por genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim tem apontado a palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) como opção alimentar para ruminantes (SILVA et al., 2017; CONCEIÇÃO et al., 2018; SIQUEIRA et al., 2019).

Independente do gênero (*Opuntia* ou *Nopalea*), a palma forrageira possui elevado conteúdo de carboidratos não fibrosos e de umidade, configurando-se como uma forragem única (BATISTA et al., 2003). Além disso, apresenta alta digestão e degradabilidade ruminal (BATISTA et al., 2003; BATISTA et al., 2009; SIQUEIRA et al., 2017) e sua utilização na dieta de ovinos e bovinos têm provocado redução no pH e na concentração de amônia ruminal (BISPO et al., 2007; SIQUEIRA et al., 2017; LIMA et al., 2018). A presença de fatores antinutricionais, como os oxalatos, também tem sido reportada na literatura (BATISTA et al., 2009; REKIK et al., 2010; SILVA, 2017).

Nesse contexto, a natureza da dieta consumida pelo animal pode modificar a atividade metabólica dos microrganismos e os parâmetros ruminais, como concentração de ácidos graxos de cadeia curta e de amônia, pH e taxa de passagem. Essas alterações no ambiente ruminal podem refletir negativamente na utilização dos nutrientes da dieta e propiciar modificação morfológica na mucosa do rúmen (COSTA et al., 2008; WANG et al., 2017). Algumas investigações científicas têm demonstrado que o uso de palma forrageira na dieta de ovinos pode propiciar mudanças em parâmetros morfológicos da mucosa ruminal, como queratinização ruminal, sendo essas alterações atribuídas à presença de substâncias agressoras ao epitélio contidas nos alimentos dietéticos (NEIVA et al., 2006; SILVA, 2017; BARBOZA et al., 2019).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar parâmetros histomorfométricos do epitélio ruminal de caprinos alimentados com dietas baseadas em palma forrageira.

## Material e métodos

O estudo foi conduzido de acordo com as recomendações do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e o protocolo experimental aprovado pela Comissão de Ética do Uso de Animais (CEUA/UFRPE), sob a licença de número 142/2018.

O experimento foi realizado no Setor de Caprinos e Ovinos do Departamento de Zootecnia (DZ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada no Recife-PE. Foram utilizados 36 caprinos castrados, sem padrão racial definido, machos, com peso corporal inicial médio de  $19,0 \pm 2,8$  kg, os quais foram pesados, identificados com brincos, vacinados contra clostridioses e submetidos ao controle de endo e ectoparasitas. Os animais foram alojados em baias individuais,

providas de comedouro e bebedouro, sendo distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e 12 repetições.

A fração concentrada das dietas foi composta por fubá de milho, farelo de soja, ureia pecuária e sal mineral comercial, enquanto a fração volumosa foi composta por feno de capim Tifton-85 e palma forrageira (genótipos miúda ou orelha de elefante mexicana) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição química dos ingredientes das dietas experimentais (g/kg de matéria seca).

	Feno de Tifton 85	Palma Miúda	Palma O.E.M.*	Farelo de Soja	Fubá de milho
Matéria seca**	895,6	123,6	97,3	882,7	877,1
Proteína bruta	86,0	40,0	55,0	487,0	85,0
Matéria mineral	83,9	129,4	149	70,4	12,3
Matéria orgânica	916,1	870,6	851,0	929,6	987,7
Extrato etéreo	22,7	13,9	17,8	15,0	38,3
FDNcp <sup>1</sup>	669,4	252,8	198,1	134,6	146,8
Fibra em detergente ácido	336,2	137,1	95,3	116,8	24,5
Carboidratos não fibrosos	138,0	563,9	580,1	293,0	717,6
Oxalatos totais	3,80	2,91	5,77	1,88	5,59

\*palma orelha de elefante mexicana; \*\*g/kg de matéria natural; <sup>1</sup>fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e compostos nitrogenados.

Os tratamentos experimentais consistiram em uma dieta base e de mais duas dietas nas quais o feno de capim Tifton-85 foi parcialmente substituído por palma forrageira miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) ou orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.), com relação volumoso:concentrado de 60:40. As dietas foram formuladas para proporcionar ganho de peso de 150 g/dia (NRC, 2007) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Proporção dos ingredientes e composição química (g/kg de matéria seca) das dietas experimentais.

Ingredientes	Dietas		
	Controle	Miúda	O.E.M.*
Feno de Tifton-85	600	150	150
Palma miúda	0	450	0
Palma O.E.M.*	0	0	450
Fubá de milho	270	271	273
Farelo de soja	110	100	100
Ureia pecuária	5	14	12
Sal mineral	15	15	15
Total	100	100	100
Composição química			
Matéria seca**	890.8	234.8	190.3
Matéria orgânica	924.0	904.2	895.3
Matéria mineral	76.0	95.8	104.7
Proteína bruta	142.1	141.8	143.2
Extrato etéreo	25.6	21.5	23.4
FDNcp <sup>1</sup>	456.1	267.4	243.1
Carboidratos não fibrosos	300.2	473.4	485.8
Oxalatos totais	4.0	3.6	4.9

\*palma orelha de elefante mexicana; \*\*g/kg de matéria natural; <sup>1</sup>fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e compostos nitrogenados.

O período experimental compreendeu 100 dias, sendo 30 dias destinados à adaptação dos animais às condições experimentais e 70 dias para coleta de amostras. O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia (08h e 15h), na forma de ração completa, com água sempre à disposição dos animais. Durante todo o período experimental, os alimentos e as sobras foram pesados para mensuração do consumo alimentar. As sobras foram coletadas diariamente pela manhã para monitoramento do consumo e para cálculo da oferta seguinte, sendo o ajuste da quantidade de alimentos realizado a cada dois dias em função do consumo do dia anterior, permitindo-se sobras na ordem de 15% do total ofertado. O consumo de matéria seca e de oxalatos totais foi calculado mediante a diferença entre as quantidades oferecidas e refugadas.

As amostras dos alimentos fornecidos e das sobras foram coletadas semanalmente durante todo o experimento. A cada coleta, as amostras foram identificadas, pesadas e armazenadas em freezer a -20°C. Posteriormente, foram descongeladas, pesadas, secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e homogeneizadas, retirando-se uma alíquota de 10% para constituírem uma amostra composta por animal. Em seguida, foram moídas em moinho de faca tipo Willey, passando por peneira de crivos de 1 mm, acondicionadas em recipientes hermeticamente fechados e previamente identificados.

As determinações de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram realizadas conforme as metodologias propostas por Detmann et al. (2012). As análises de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA) foram realizadas seguindo-se as metodologias preconizadas por Van Soest et al. (1991) modificadas por Detmann et al. (2012). Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados segundo Detmann e Valadares Filho (2010). A quantificação dos oxalatos totais foi realizada de acordo com as recomendações de Moir (1953).

Após 100 dias de confinamento, os animais foram casualizados em uma ordem de abate, submetidos a jejum de sólidos por 16 horas e pesados para obtenção do peso corporal ao abate. No momento do abate, os animais foram insensibilizados por atordoamento na região atlanto-occipital por meio de pistola com dardo cativo, suspensos pelos membros posteriores através de cordas e sangrados por quatro minutos a partir de cisão nas artérias carótidas e veias jugulares (BRASIL, 2000). Ainda suspensos, os animais foram esfolados manualmente (CEZAR e SOUSA, 2007) e os componentes internos das cavidades pélvica, abdominal e torácica foram removidos, sendo os compartimentos do estômago separados e oito fragmentos do rúmen (1 cm<sup>2</sup>) coletados (4 do saco dorsal e 4 do saco ventral) e lavados com solução fisiológica gelada a 0,9% para remover o excesso de alimentos, sendo então imediatamente imersos em solução de formol a 10% tamponado com fosfato de sódio (0,01M e pH 7,2).

Após 48 horas de fixação, os fragmentos foram transferidos para álcool etílico a 70% e posteriormente desidratados em concentrações crescentes de álcool etílico, diafanizados em xilol, impregnados com parafina líquida em estufa a 58°C e embebidos em parafina. Os blocos foram então cortados em um micrótomo rotativo LEICA<sup>®</sup> Minot, ajustado para 5 micrômetros (µm). Esses cortes foram então transferidos para lâminas e mantidos em estufa regulada a 36°C por 24 horas para secagem e colagem. Em sequência, as secções foram coradas por Hematoxilina-Eosina (H.E.) (HELENO et al., 2011).

As variáveis morfológicas avaliadas microscopicamente foram: espessura de queratina e espessura das camadas não queratinizadas do epitélio do rúmen (todas em  $\mu\text{m}$ ). As regiões mais intactas das lâminas, sem artefatos e com estrutura morfológica preservada foram selecionadas. Cinco imagens por animal e por saco do rúmen foram escaneadas com objetiva de 40x em microscópio óptico Olympus BX-51 (Tóquio, Japão) acoplado à câmera Zeiss AxioCam e conectado a um computador. As medidas histomorfométricas foram realizadas com o auxílio do software computacional Image J (USA). A objetiva de 40x foi usada para medir a camada de queratina e as outras camadas não queratinizadas. O epitélio total foi calculado a partir da soma da camada de queratina e da fração compreendendo as outras camadas que formam o epitélio (camadas não queratinizadas). Em cada fotomicrografia, foram realizadas duas medidas de cada variável, totalizando um número amostral de 240 por tratamento (12 animais  $\times$  5 fotomicrografias  $\times$  2 sacos ruminais  $\times$  2 medidas).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

### Resultados e discussão

Os animais que receberam a dieta controle apresentaram maior espessura da camada queratinizada do epitélio ruminal (saco dorsal), em comparação aos que foram submetidos à dieta contendo palma miúda, sem diferir significativamente do tratamento com palma O.E.M., o que pode ser explicado pelo maior consumo de oxalatos totais pelos animais alimentados com as dietas controle e com palma O.E.M. (Tabela 3).

**Tabela 3.** Consumo de matéria seca, de oxalatos totais e parâmetros histomorfométricos do epitélio ruminal de caprinos alimentados com palma forrageira.

Parâmetro	Dietas				Valor de P
	Controle	Miúda	O.E.M.*	CV(%)**	
CMS <sup>1</sup> (g/dia)	704,10	603,56	668,10	22,25	0,3385
COT <sup>2</sup> (g/dia)	3,35a	1,53b	3,18a	23,93	0,0000
Saco dorsal					
CQ <sup>3</sup> ( $\mu\text{m}$ )	13,42a	10,39b	11,55ab	36,52	0,0029
CNQ <sup>4</sup> ( $\mu\text{m}$ )	45,13a	36,80b	38,63ab	35,08	0,0123
ET <sup>5</sup> ( $\mu\text{m}$ )	58,56a	47,18b	50,18b	28,93	0,0010
CQ (%ET)	24,74	22,72	24,15	38,52	0,5440
CNQ (%ET)	75,26	77,28	75,85	12,06	0,5440
Saco ventral					
CQ <sup>3</sup> ( $\mu\text{m}$ )	11,66	11,11	12,78	48,46	0,5841
CNQ <sup>4</sup> ( $\mu\text{m}$ )	38,45	33,54	33,45	35,52	0,0684
ET <sup>5</sup> ( $\mu\text{m}$ )	50,10	44,70	45,93	31,50	0,1270
CQ (%ET)	24,03	24,76	27,76	32,65	0,1263
CNQ (%ET)	75,97	75,24	72,24	10,91	0,1263

\*palma orelha de elefante mexicana; \*\* coeficiente de variação; <sup>1</sup>consumo de matéria seca; <sup>2</sup>consumo de oxalatos totais; <sup>3</sup>camadas queratinizadas; <sup>4</sup>camadas não queratinizadas; <sup>5</sup>epitélio total. Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância.

A camada de queratina configura uma importante barreira de proteção epitelial frente à ação de agentes agressores, como compostos químicos e patógenos (BANKS, 1992). De acordo com Neiva et

al. (2006) e Silva (2017), substâncias presentes nos alimentos, como os oxalatos, geram efeito abrasivo sobre a mucosa ruminal, provocando assim maior espessamento do estrato córneo ou queratinizado. Neiva et al. (2006), enfatizaram ainda que gramíneas, como o capim elefante, podem conter concentrações consideráveis de oxalatos e de sílica em sua composição, o que pode justificar o efeito marcante na camada de queratina dos caprinos alocados no tratamento controle.

Em estudo recente, Barboza et al. (2019) verificaram maior queratinização ruminal em ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira, associando esse resultado a ação abrasiva e citotóxica que os oxalatos presentes na palma forrageira podem exercer sobre o epitélio. Em adição, Silva et al. (2018), avaliando o efeito de dietas baseadas em diferentes genótipos de palma forrageira associados ao feno de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) sobre variáveis histomorfométricas do epitélio omasal de ovinos, reportaram aumento da espessura da camada de queratina dos animais submetidos a dieta com palma forrageira O.E.M., achados que corroboram com os do presente estudo.

Seguindo o mesmo comportamento verificado nas camadas de queratina, a dieta controle e a dieta com palma O.E.M. proporcionaram maior espessamento das camadas não queratinizadas: 45,13 e 38,63  $\mu\text{m}$ , respectivamente (Tabela 3), o que possivelmente representa uma tentativa do epitélio de compensar a barreira imposta pela camada de queratina. As camadas não queratinizadas (espinhosa, granulosa e basal) são estratos metabolicamente ativos, responsáveis pela absorção e metabolização dos produtos da fermentação ruminal.

Com relação à estrutura histológica dos sacos ventrais do rúmen, não foi observada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as espessuras das camadas queratinizadas, camadas não queratinizadas e epitélio total, bem como nos percentuais do estrato queratinizado e não queratinizado em função do epitélio total (Tabela 3). No tocante as diferenças entre o desenvolvimento do epitélio ruminal entre os sacos, é possível que, em função da menor densidade do feno e da palma forrageira quando comparados a ingredientes concentrados no rúmen, haja maior ação abrasiva desses alimentos sobre o epitélio do saco dorsal. É oportuno mencionar que, mesmo com as alterações morfológicas no epitélio ruminal, não houve influência dietética no ganho de peso dos caprinos ( $P = 0,073$ ), que demonstraram 24,7; 22,1 e 23,9 kg ao abate, para os tratamentos controle, com palma miúda e com palma O.E.M., respectivamente.

## Conclusões

As dietas à base de feno de capim Tifton-85 associadas ou não a palma forrageira orelha de elefante mexicana provocam maior espessamento das camadas de queratina e camadas não queratinizadas do epitélio do saco dorsal do rúmen de caprinos, porém não alteram o peso corporal dos animais.

## Referências bibliográficas

- BANKS, W.J. **Histologia Veterinária Aplicada**. 5ª Ed. São Paulo: Manole, 1992.
- BARBOZA, S.C.R.; OLIVEIRA, J.S.; CARVALHO, M.T.; LIMA JÚNIOR, D.M.; LIMA, H.B.; GUERRA, R.R. Ovinos submitted to diets containing cassava foliage hay and spineless cactus forage: histological changes in the digestive and renal systems. **Tropical Animal Health and Production**, v.1, p.1-9, 2019.

- BATISTA, A.M.V.; MUSTAFA, A.F.; MCALLISTER, T.; WANG, Y.; SOITA, H.; MCKINNON, J. Effects of variety on chemical composition, *in situ* nutrient disappearance and *in vitro* gas production of spineless cacti. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.83, p.440-445, 2003.
- BATISTA, A.M.V.; RIBEIRO NETO, A.C.; LUCENA, R.B.; SANTOS, D.C; DUBEUX J.B.; MUSTAFA, A.F. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland Ecology & Management**, v.62, n.3, p.297-301, 2009.
- BEN SALEM, H. 2010. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.337-347, 2010.
- BISPO, S.V.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V.; PESSOA, R.A.S.; BLUEL, M.P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1902-1909, 2007.
- BRASIL, 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Secretaria da Defesa Agropecuária (SDA). Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). Divisão de Normas Técnicas. **Instrução Normativa n. 3, de 17 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue**. Lex: Diário Oficial da União de 24 de janeiro de 2000, Seção 1,14-16. Brasília.
- CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba: Editora Agropecuária Tropical, v.1, 2007. 232p.
- CONCEIÇÃO, M.G.; FERREIRA, M.A.; SILVA, J.L.; COSTA, C.T.F.; CHAGAS, J.C.C.; MONTEIRO, C.C.F.; SIQUEIRA, M.C.B. Can cactus [*Opuntia stricta* (Haw.) Haw] cladodes plus urea replace wheat bran in steers' diet?. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.31, n.10, p.1627-1634, 2018.
- COSTA, S.F.; PEREIRA, M.N.; MELO, L.Q.; CALIARI, M.V.; CHAVES, M.L. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e epiderme de bezerros. II. Aspectos ultra-estruturais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.10-18, 2008.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos**. Suprema: Visconde do Rio Branco, 2012. 214p.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.4, p.980-984, 2010.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- HELENO, A.R.; SANTOS, L.M.; MIGLINO, M.A.; PERES, J.A.; GUERRA, R.R. Biometry, histology, and morphometry of the digestive system of wild crab-eating fox (*Cerdocyon thous*). **Biotemas**, v.24, n.4, p.111-119, 2011.
- LIMA, T.J.; COSTA, R.G.; MEDEIROS, G.R.; MEDEIROS, A.N.; RIBEIRO, N.L.; OLIVEIRA, J.S.O.; GUERRA, R.R.; CARVALHO, F.F.R. Ruminal and morphometric parameters of the rumen and intestines of sheep fed with increasing levels of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck). **Tropical Animal Health and Production**, v.51, p.363-368, 2018.
- MOIR, K.W. The determination of oxalic acid in plants. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v.10, p.1-3, 1953.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, DC: National Academy Press, 2007. 292p.
- NEIVA, G.S.M.; MOTA, D.L.; BATISTA, A.M.V.; SOUSA-RODRIGUES, C.F. Mucous membrane of the rumen of ovines, fed with spineless, forrage cactus or palm (Barbary fig) (*Opuntia ficus indica* Mil):

histochemical study by means of light microscopy. **International Journal of Morphology**, v.24, n.4, p.723-728, 2006.

PAULA, T. A.; VÉRAS, A.S.C.; GUIDO, S.I.; CHAGAS, J.C.C.; CONCEIÇÃO, M.G.; GOMES, R.N.; NASCIMENTO, H.F.A.; FERREIRA, M.A. Concentrate levels associated with a new genotype of cactus (*Opuntia stricta* [Haw]. Haw.) cladodes in the diet of lactating dairy cows in a semi-arid region. **The Journal of Agricultural Science**, v.156, n.1-8, 2019.

REKIK, M.; BEN SALEM, H.; LASSOUED, N.; CHALOUATIA, H.; BEN SALEM, I. Supplementation of Barbarine ewes with spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) cladodes during late gestation-early suckling: Effects on mammary secretions, blood metabolites, lamb growth and postpartum ovarian activity. **Small Ruminant Research**, v.90, p.53-57, 2010.

SILVA, E.T.S.; MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; OLIVEIRA, J.C.O.; SANTOS, D.C.; SILVA, R.C.; INÁCIO, J.G. Acceptability by Girolando heifers and nutritional value of erect prickly pear stored for different periods. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.9, p.761-767, 2017.

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 Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet. **South African Journal of Animal Science**, v.48, n.3, p.516-525, 2018.

SILVA, T.G.P. **Histomorfometria do epitélio ruminal e reticular de ovinos alimentados com dietas baseadas em palma forrageira**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017. 59p.

SILVA, T.G.P.; CASTRO, A.L.F.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; NASCIMENTO, J.C.S.; SILVA JÚNIOR, V.A.; PIRES, E.H.M.; PEREIRA, L.B.S.B. Histomorfometria do epitélio omasal de ovinos alimentados com dietas baseadas em palma forrageira. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v.12, Supl.3, p.46, 2018.

SIQUEIRA, T.D.Q.; MONNERAT, J.P.I.S.; CHAGAS, J.C.C.; CONCEIÇÃO, M.G.; SIQUEIRA, M.C.B.; VIANA, T.B.L.; FERREIRA, M.A. Cactus cladodes associated with urea and sugarcane bagasse: an alternative to conserved feed in semi-arid regions. **Tropical Animal Health and Production**, p.1-6, 2019. doi.org/10.1007/s11250-019-01895-1

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.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fibre, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

VASCONCELOS, A.G.V.; LIRA, M.A.; CAVALCANTI, V.L.B.; SANTOS, M.V.F.; WILLADINO, L. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.827-831, 2009.

WANG, B.; WANG, D.; WU, X.; XAI, J.; LIU, M.; HUANG, X.; WU, J.; LIU, J.; GUAN, L. Effects of dietary physical or nutritional factors on morphology of rumen papillae and transcriptome changes in lactating dairy cows based on three different forage-based diets. **BMC Genomics**, v.18, p.1-15, 2017.

Recebido em 28 de junho de 2019

Aceito em 12 de julho de 2019