



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Histomorfometria do epitélio omasal de ovinos alimentados com dietas baseadas em palma
forrageira

Amanda Lucy Ferraz de Castro

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Histomorfometria do epitélio omasal de ovinos alimentados com dietas baseadas em palma
forrageira

Amanda Lucy Ferraz de Castro
Graduanda

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Zootecnia.

Equipe de orientação:
Prof^a Dr^a Adriana Guim - **Orientadora**
MSc Tomás Guilherme Pereira da Silva – **Co-orientador**

Recife-PE
Agosto de 2018

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

C355hCastro, Amanda Lucy Ferraz de
Histomorfometria do epitélio omasal de ovinos alimentados com dietas
baseadas em palma forrageira/ Amanda Lucy Ferraz de Castro. –2018.
34 f.: il.

Orientador: Adriana Guim.

Co-orientador: Tomás Guilherme Pereira da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia,
Recife, BR-PE, 2018.

Inclui referências.

1. Ruminante - Alimentação e rações 2. Mandioca como ração3.
Palma forrageira 4. Nutrição animal 5. Histologia veterinária I. Guim,
Adriana, orient.II. Silva, Tomás Guilherme Pereira da,co-orient. III.
Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

AMANDA LUCY FERRAZ DE CASTRO
Graduanda

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

EXAMINADORES

Prof^a Dr^a Adriana Guim

Dr^a Maria Luciana Menezes W. Neves

Prof^o Dr. Francisco de Assis Leite Souza

Ao meu marido **Jairo David de Castro**; aos meus pais, Luiz Carlos Cardoso de Mendonça e Conceição Ferraz de Mendonça, ao meu irmão Daniel Ferraz de Mendonça, pela paciência, amor e compreensão por mim, e por sempre torceram pela realização dos meus sonhos.

DEDICO

“A sabedoria é a coisa principal; adquiere pois a sabedoria, emprega tudo o que possuis na aquisição de entendimento.”

Provérbios 4:7

AGRADECIMENTOS

A Deus por me guiar em toda minha vida, inclusive, nessa jornada acadêmica. Pelo seu amor e misericórdia a cada dia.

Ao meu marido Jairo David de Castro por todo apoio que me concedeu, crendo na minha vitória (que é a nossa), pelo seu amor e paciência para comigo.

Aos meus pais Luiz Carlos Cardoso de Mendonça e Conceição Ferraz de Mendonça, meu irmão Daniel Ferraz de Mendonça, a minha tia Maria Hosana Ferraz de Aguiar, aos meus tios Merquides Rodrigues da penha, José Jarbas Ferraz de Aguiar, as minhas cunhadas Jacemir Sousa e Adna David de Castro, a minha sobrinha Lisiê Sousa Ferraz. Toda minha gratidão a vocês.

A minha professora, Dr^a Adriana Guim, pela orientação tão importante na realização desse trabalho. Admiro-a bastante.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, por possibilitar a realização de minha graduação acadêmica, bem como ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de adquirir conhecimento.

As minhas amigas que a universidade me presenteou: Daniela Pinheiro e Rita de Cássia, que começaram juntas comigo nessa jornada acadêmica; aos meus amigos, que também adquiri na universidade: Kalinina Machado, Kássia Priscila, Eric Machado, Willams Macário, Marisol Ramos, Andreza Guedes, Patrícia Lira, Laura Oliveira, Dayane Albuquerque, pelas palavras de incentivo, compreensão, companheirismo, ensinamentos e é claro, as boas risadas (que não foram poucas!!!).

Ao meu amigo e co-orientador Tomás Guilherme, por confiar em mim e pelos ensinamentos (que não foram poucos), pela paciência e atenção que sempre teve comigo. Muito obrigada!!!

A Edna Maria, técnica do Laboratório de Histologia Animal do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal (DMFA) da UFRPE, pela paciência e disponibilidade me orientando nos procedimentos histológicos.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE FIGURA.....	10
RESUMO.....	11
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1. Efeitos dos alimentos sobre o trato gastrointestinal de ruminantes e suas implicações morfológicas.....	14
2.2. Influência e funções do omaso no sistema digestório de ruminantes.....	15
2.3. Palma forrageira como ingrediente energético e fonte hídrica para regiões áridas e semiáridas do mundo.....	16
2.4. Características nutricionais da palma forrageira.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1. Local e Delineamento experimental.....	19
3.2. Dietas experimentais.....	19
3.3. Manejo, amostragens e análises bromatológicas.....	21
3.4. Coleta de amostras teciduais.....	22
3.5. Processamento histológico.....	23
3.6. Avaliação histológica.....	23
3.7. Análise estatística.....	24
4. RESULTADOS E DISCURSSÃO.....	25
5. CONCLUSÃO.....	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Composição nutricional dos ingredientes das dietas experimentais.....	19
Tabela 2. Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais.....	20
Tabela3. Composição nutricional das dietas experimentais.....	20
Tabela 4. Espessura (μm) de variáveis histomorfométricas do epitélio omasal de ovinos alimentados com dietas baseadas em palma forrageira.....	25
Tabela 5. Consumo de matéria seca, de fibra insolúvel em detergente neutro, de nutrientes digestíveis totais e parâmetros produtivos de ovinos alimentados com dietas baseadas em palma forrageira.....	28

LISTA DE FIGURA

Pág.

Figura 1. Fotomicrografias do epitélio omasal de ovinos.....27

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de dietas baseadas em palma forrageira sobre o epitélio omasal de ovinos por meio de análises histomorfométricas. Foram utilizados 32 cordeiros sem padrão racial definido, machos, não castrados, com idade média de seis meses e peso corporal inicial de $21 \pm 2,06$ kg, alojados em baias individuais, providas de comedouro e bebedouro. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizados, com quatro tratamentos e oito repetições. O período experimental foi de 73 dias e os tratamentos experimentais consistiram de uma dieta composta por feno de capim elefante, fubá de milho e farelo de soja e de dietas com substituição total do fubá de milho e parcial do feno por genótipos de palma forrageira, todas formuladas para permitir ganho de peso de 200 g dia^{-1} . Decorrido o confinamento, os animais foram pesados e abatidos seguindo-se as normas vigentes no país, sendo quantificados os pesos dos estômagos e de seus respectivos conteúdos, bem como coletadas amostras teciduais do omaso para análises histológicas. A palma forrageira orelha de elefante mexicana provoca espessamento na camada de queratina e diminuição da espessura das camadas não queratinizadas do epitélio omasal de ovinos em crescimento. Independente do genótipo, as dietas à base de palma forrageira propiciam maior peso estomacal, com menor conteúdo.

Palavras-chave: cactáceas, histologia, morfometria, ruminantes, sistema digestório

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of diets based on forage palm on histomorphometric and histopathological parameters of omasum epithelium and ovine abomasum submitted to forage palm diets. Thirty-two lambs with no defined racial pattern were used, male, uncastrated, with a mean age of six months and initial body weight of 21 ± 2.06 kg, housed in individual stalls equipped with feeder and drinking fountain. The animals were distributed in a completely randomized design with four treatments and eight replicates. The experimental period was 73 days and the experimental treatments consisted of a base diet (elephant grass hay, maize corn meal, soybean meal, urea and mineral salt) and three other diets in which elephant grass hay was replaced in 68% by genotypes of forage palm (small, IPA-Sertânia or Mexican elephant ear), all formulated to allow weight gain of 200 g day⁻¹. After 73 days of confinement, the animals were weighed and slaughtered following the norms in force in the country. The weights of the stomachs and their respective contents were quantified, as well as tissue samples of the omasum and abomasum were collected for histological analysis. Up to the present moment, it can be stated that the diets based on forage palm provided greater stomach weight, with lower content.

Keywords: cacti, histology, morphometry, ruminants, digestive system

1. INTRODUÇÃO

É inegável o potencial que a palma forrageira apresenta como alimento base para constituição de dietas para ruminantes nas diversas zonas áridas e semi-áridas do mundo, em virtude de seus atributos adaptativos e bromatológicos. Apesar de configurar um importante recurso forrageiro, há carência de estudos que busquem elucidar suas implicações sobre o metabolismo animal.

Esse alimento apresenta algumas características que merecem destaque por necessitarem de maiores elucidações em relação ao seu efeito na alimentação de ruminantes, como desequilíbrio de minerais e presença de compostos antinutricionais em sua composição, o que poderia interferir, inclusive, em parâmetros morfofisiológicos dos sistemas e órgãos dos animais que recebem esse recurso forrageiro na dieta.

Nessa perspectiva, a natureza da dieta consumida pelo animal afeta diretamente os parâmetros ruminais (pH e concentração de ácidos graxos de cadeia curta, por exemplo), bem como a taxa de passagem dos alimentos pelo trato gastrointestinal, podendo modificar a atividade metabólica dos microrganismos, alterando assim os produtos gerados na fermentação. Essas alterações no ambiente ruminal podem refletir negativamente sobre a utilização dos nutrientes dietéticos e propiciar modificação morfológica na mucosa ruminal (COSTA et al., 2008). A partir da extrapolação dessas informações, especula-se que compartimentos como o omaso e o abomaso também possam sofrer esses efeitos e apresentarem alterações teciduais.

Neiva et al. (2006) analisaram o efeito do consumo de altas proporções de palma sobre a estrutura histológica da mucosa ruminal de ovinos e observaram que os animais que receberam dietas com mais palma apresentaram maior desenvolvimento papilar e erosão no estrato córneo, atribuindo esse último achado ao afeito abrasivo gerado pelos oxalatos. Adicionalmente, Silva (2017) ao avaliar a inclusão de palma forrageira na dieta de ovinos em crescimento encontrou alterações nas características morfológicas do epitélio do rúmen e do retículo, como espessamento da camada queratinizada e aumento da altura e da superfície das papilas ruminais.

Diante do exposto, hipotetizou-se que a palma forrageira provoca alterações histológicas quantitativas no epitélio omasal de ovinos. Assim, objetivou-se avaliar variáveis histomorfométricas do omaso de ovinos submetidos a dietas com palma forrageira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Efeitos dos alimentos sobre o trato gastrointestinal de ruminantes e suas implicações morfológicas

O trato gastrointestinal tem como função básica a digestão e absorção de nutrientes que serão utilizados pelos animais através de processos metabólicos (SIGNORETTI et al., 1999).

A importância e a intensidade dos processos mecânico, químico e fermentativo para a digestão de alimentos varia entre animais em função de o hábito alimentar. A estreita ligação com a digestão se aplica também ao trato digestivo. Nos ruminantes há uma particularidade no sistema digestivo, pois possuem compartimentos pré-gástricos, onde os microrganismos atuam e permitem que os nutrientes oriundos dos alimentos sejam aproveitados pelo animal através do processo fermentativo (SALMAN et al., 2010). Frandson et al. (2005) consideram o estômago dos ruminantes como sendo único, alterado devido a sua expansão em três compartimentos distintos e volumosos (rúmen, retículo e omaso), considerados como pré-estomagos. Estes compartimentos são revestidos por um epitélio estratificado aglandular onde o alimento é submetido a digestão realizada pelos microrganismos, para então ser conduzido para o trato digestivo glandular conhecido como abomaso.

A fermentação só é possível graças a enzimas que são produzidas pelos microrganismos, que ficam aderidos na parede celular. São nos compartimentos gástricos que os microrganismos se multiplicam e crescem proporcionando digestão de forma eficiente para os ruminantes, porém para que isso ocorra é necessário que esse ambiente tenha condições ideais para a manutenção desses microrganismos, tais como pH entre 5,5 a 7,0, temperatura entre 39 a 40°C e a ausência total ou parcial de oxigênio já que esses são anaeróbios. A movimentação do rúmen-retículo, também tem que apresentar umidade em torno de 80 a 90% e a saída dos produtos finais da fermentação também são importantes, pois evita o acúmulo destes metabólicos e possíveis toxidade. (SOUZA, 2003).

A relação entre os microrganismos e o ruminante é extremamente benéfica para ambos, pois o ruminante oferece um ambiente favorável para o crescimento e desenvolvimento dos microrganismos e em contrapartida o hospedeiro consegue usufruir dos produtos dos

carboidratos complexos e dos compostos nitrogenados que foram digeridos/sintetizados pelos microrganismos (ARLEI, 2006).

Para que haja o funcionamento físico do rúmen, é necessária a presença de material fibroso para manter o pH regulado e a manutenção da população microbiana no rúmen, pois havendo qualquer desequilíbrio dessas condições, oriundas de uma fibra inadequada, pode acarretar em acidose ruminal, além de promover uma queda nas relações microbianas. Diante disso pode haver um comprometimento tanto na proteína oriunda das bactérias como na produção de ácidos graxos podendo levar a diminuição do consumo do animal, além de ocasionar desequilíbrio metabólico como cetose e deslocamento do abomaso, comprometendo a sanidade e produção do animal e perdas ao produtor (ARLEI et al., 2006)

Ao fornecer alimento para o ruminante, é importante ficar atento a quantidade e a qualidade da fibra. Para Bianchini et al. (2007), as forragens são importantes fontes de nutrientes, pois fornecem proteína e energia para os ruminantes além da fibra que ajuda na mastigação e ruminação, promovendo assim o funcionamento saudável do rúmen.

2.2 Influência e funções do omaso no sistema digestório de ruminantes

O omaso é considerado por alguns pesquisadores como um órgão selecionador devido a sua capacidade de permitir se o alimento, vindo do rúmen- retículo, passe para o abomaso pelo orifício chamado retículo-omasal. O omaso realiza movimentos de contração, o que permite triturar de forma eficaz o alimento além de absorver de 60 a 70% da água, deixando assim passar a porção mais sólida do alimento ao abomaso, dando continuidade ao processo digestivo do alimento por outros órgãos (REHAGRO, 2016). Para Ahvenjarvi et al. (2000), aproximadamente 10% da digestão da fibra no trato gastrointestinal, acontece no omaso.

Morfologicamente, o rúmen, o retículo e o abomaso são bem conhecidos, porém o omaso requer mais estudos. A princípio, conjecturava-se que sua função seria de reter e separar partículas, onde as maiores eram retidas nas lamínas, podendo voltar para o retículo através do óstio retículo-omasal e as menores passavam mais rapidamente (HACKMANN; SPAIN, 2010).

O balanceamento da dieta, no que diz respeito a seus nutrientes, é utilizado em vacas leiteiras, para evitar o acúmulo de AGV que pode promover um quadro de acidose ruminal atuando assim na morfologia e absorção pelas paredes do rúmen- retículo podendo interferir

no crescimento das células epiteliais. Também ha possibilidade de interferência na morfologia do omaso (COSTA, 2003). Os alimentos, bem como seus nutrientes, que atuam na morfologia do omaso podem ser utilizados também para estudos que venham a elucidar possíveis desordens digestivas devido ao excesso de ácidos graxos na parede do rúmen, dificultando assim a absorção e ocasionando mudança no ambiente ruminal (BUENO et al.,1972)

O aparelho digestivo dos bovinos, bubalinos, caprinos e ovinos passa por modificações, onde ao nascer o rúmen-retículo são menores que o abomaso e com a transição do consumo de leite para alimentos sólidos, o tamanho do rúmen-retículo passa a ser maior que o abomaso (TEIXEIRA ; TEIXEIRA, 2001). Segundo, Carvalho et al. (2003), o peso dos pré-estômagos duplica após a terceira semana de vida dos bezerros e que o crescimento do abomaso se dá após 56 dias. O aumento de peso do rúmen- retículo e o omaso mostraram que a introdução dos alimentos sólidos na dieta desses animais induz o desenvolvimento muscular até os cinquenta dias de idade.

2.3 Palma forrageira como ingrediente energético e fonte hídrica para regiões áridas e semiáridas do mundo

Devido a sua capacidade de adaptação, a palma forrageira pode ser encontrada em diversas regiões áridas e semi-áridas do mundo e essa adaptação torna-se um aliado na produção e sobrevivência dos animais dessas regiões (FROTA et al., 2015). Devido às dificuldades em produzir forragens nas regiões semi-áridas, a palma forrageira pode ser um aliado ao sistema de produção, proporcionando maior sustentabilidade na produção (BISPO et al., 2007).

Para Sampaio (2005), por ser uma planta que realiza a fotossíntese pelo metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), a palma forrageira apresenta superioridade no uso da água em relação a outras plantas que apresentam metabolismo fotossintético C3 e C4. As plantas CAM perdem de 50 g a 100 g de água por grama de CO₂ fixado, enquanto as plantas C4 e C3 perdem de 250 g a 300 g e de 400 g a 500 g de água, respectivamente, por grama de CO₂ fixado (TAIZ; ZEIGER, 1998). Fato que torna sua adaptação a ambientes áridos ou semiáridos mais eficiente.

Segundo Tosto et al. (2007), a palma é uma fonte de energia com grande efeito na nutrição de animais ruminantes na região semiárida. A palma forrageira apresenta em média

um teor de 64,66% de NDT, valor superior a outros volumosos utilizado na alimentação animal nessas regiões, assim indicando a palma forrageira como alimento energético (MELO, 2006).

O alto teor de quantidade de água palma favorece ainda mais seu uso na alimentação de animais nas regiões de escassez hídrica, pois dependendo do nível de inclusão na dieta dos animais, a necessidade diária de água pode ser totalmente atendida (SIROHI et al., 1997). Os resultados do trabalho de Lima et al. (2002) confirmam esta idéia, pois quando incluíram cerca de 50% de palma na dieta de vacas, as exigências deste nutriente foram supridas totalmente pela dieta.

Pesquisa realizada na África do Sul, com ovinos submetidos a uma alimentação contendo a palma forrageira em quantidades crescentes, observou que os animais tiveram um menor consumo de água, ou seja, a inclusão da palma forrageira, induziu a diminuição do consumo de água (SALEM et al., 2002).

Costa et al. (2009) avaliaram os efeitos da inclusão de até 28% de palma (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) em substituição ao milho da dieta de leiteiras. Os autores verificaram que o consumo de água foi reduzido de forma significativa sem alterar a produção zootécnica do animal. Confirmando que o uso da palma em regiões de escassez de água pode minimizar a ingestão de água por esses animais.

2.4 Características nutricionais da palma forrageira

Na alimentação animal, a palma forrageira é considerada um volumoso apesar de apresentar teores baixos de FDN e FDA e altos de CNF, sendo definido como um alimento rico em energia, em mucilagem e água. Diante disso, é de fundamental importância ter esse conhecimento para poder formular uma dieta para os ruminantes, pois o uso dessa forrageira de forma inadequada pode acarretar problemas como diarreia, perda de peso, baixo percentual de gordura do leite e interferir na harmonia do ambiente ruminal (WANDERLEY et al., 2002).

O tipo de cultivo, genótipo e fatores climáticos interferem absorção de nutrientes e desenvolvimento vegetativo da palma. Da mesma forma, a densidade do plantio pode causar alteração na absorção dos nutrientes pela planta provocando diferenças na concentração de nutrientes nos tecidos, devido a competição dos nutrientes. (NOVAIS; MELLO, 2007)

Segundo Melo et al. (2003), dietas contendo palma apresentam quantidade de matéria mineral elevado, isso se dá pelo fato de conter concentração elevada de macro elementos minerais. Santos et al. (1992) avaliando a concentração de minerais na palma forrageira encontraram valores médios de N, P, K e Ca na ordem de 0,9; 0,16; 2,58 e 2,35 dag kg⁻¹, respectivamente.

A palma forrageira é um volumoso rico em minerais, mais precisamente em cálcio, potássio e magnésio. É através dos alimentos que os animais adquirem esses nutrientes para então atender suas exigências nutricionais. Para Gênova e Paulino (2011), no que diz respeito as forragens, os elementos minerais são absorvidos no solo, porém vai depender da oferta desses nutrientes no solo, contudo para alguns minerais, as exigências das plantas ultrapassam as dos animais, como é o caso do potássio. Eles também afirmam que para cálcio, fósforo, magnésio, sódio e a maioria dos micronutrientes os animais são mais exigentes do que as plantas.

A apresentação química dos minerais presentes na forrageira e a maneira com que eles de associam na estrutura da planta, tem influencia na atividade metabólica do animal (GÊNOVA e PAULINO, 2011). Esses autores usaram como exemplo os bovinos que tem a capacidade de quebrar o fitato dos grãos e o oxalato das folhas, através da ação das bactérias do rúmen, disponibilizando, respectivamente, o fósforo e o cálcio. Segundo Blaneyet et al. (1982), bovinos tem a capacidade de degradar, parcialmente, oxalatos no rúmen. Porém, altos níveis de oxalato (1,3% a 1,8%) podem afetar de forma negativa a biodisponibilidade do cálcio da forrageira em cerca de 20%.

Melo et al. (2003) observaram que, à medida que aumentava a proporção de palma na dieta em substituição ao farelo de soja na dieta de vacas em lactação, incrementava o consumo de cálcio crescia e reduzia a produção de leite corrigido para 3,5% de gordura, contudo a composição do leite e a eficiência alimentar (kg de leite/kg de MS consumida) não foram afetadas.

De acordo com Madruga et al. (2005), ao avaliar a qualidade da carne de ovinos Santa Inês, observaram que a inclusão de 60% da palma fresca na alimentação de ovinos Santa Inês proporcionou uma carne com teores altos de proteína, fósforo, cálcio, colesterol e ácidos graxos saturados, porém a qualidade sensorial da carne foi inferior a carne dos ovinos que receberam outros volumosos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética do Uso de Animais (CEUA/UFRPE), sob a licença de número 053/2015.

3.1. Local e Delineamento experimental

O estudo foi conduzido no galpão de confinamento do Setor de Caprinovinocultura do Departamento de Zootecnia (DZ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada no Recife – PE. Foram utilizados 32 ovinos SPRD (sem padrão racial definido), machos, não castrados, com idade média de 6 meses e peso corporal inicial (PCI) médio de $21 \pm 2,06$ kg. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e oito repetições. Os animais foram alojados em baias individuais com piso suspenso de madeira ripada, providas de comedouro e bebedouro.

3.2. Dietas experimentais

Como apontado na tabela 1, os tratamentos experimentais consistiram de uma dieta composta por feno de capim elefante, fubá de milho e farelo de soja. E dietas com substituição total do fubá de milho e parcial do feno por um genótipo de palma forrageira (Tabela 2).

Tabela1. Composição nutricional dos ingredientes das dietas experimentais.

Itens	Ingredientes					
	Feno de C. Elefante*	Palma Miúda	Palma IPA-Sertânia	Palma OEM**	Farelo de Soja	Fubá de Milho
	<i>(g/kg de MS)</i>					
Matéria seca ¹	931,10	118,00	144,30	117,30	899,90	885,50
Matéria orgânica	888,60	890,10	893,60	889,30	913,50	985,70
Matéria mineral	111,40	109,90	106,40	110,70	86,50	14,30
Proteína bruta	57,30	56,90	57,50	59,70	533,80	86,10
Extrato etéreo	20,90	25,90	28,20	30,70	18,10	49,30
Fibra em detergente neutro _{cp} ²	724,60	259,10	252,90	243,20	148,20	156,80
Carboidratos não fibrosos	75,90	548,20	555,00	555,70	213,40	693,50
Oxalatos totais	0,97	1,77	2,08	2,57	1,40	0,91

*Feno de C. Elefante: feno de capim elefante; **OEM: palma orelha de elefante mexicana; ¹g/kg de matéria natural; ²Fibra insolúvel em detergente neutro_{cp}: fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Os alimentos concentrados que constituíram as dietas foram: fubá de milho, farelo de soja, uréia pecuária, sulfato de amônio, fosfato bicálcico e mistura mineral comercial. A fração volumosa foi composta por palma forrageira (miúda, IPA-Sertânia ou orelha de elefante mexicana) e feno de capim elefante (Tabela 2).

Tabela 2. Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais.

Ingredientes	Tratamentos			
	Controle	Palma Miúda	Palma IPA-Sertânia	Palma OEM*
	(g/kg de MS)			
Feno de C. Elefante**	700,00	250,00	250,00	250,00
Palma Miúda	0,00	530,00	0,00	0,00
Palma IPA-Sertânia	0,00	0,00	530,00	0,00
Palma Orelha de Elefante Mexicana	0,00	0,00	0,00	530,00
Farelo de soja	150,00	200,00	200,00	200,00
Fubá de milho	132,50	0,00	0,00	0,00
Uréia	6,50	4,50	6,00	0,00
Sal mineral ovinofós ¹	9,00	10,00	10,00	10,00
Fosfato bicálcico	1,50	5,00	3,50	9,00
Sulfato de amônio	0,50	0,50	0,50	1,00

*OEM: palma orelha de elefante mexicana; **Feno de C. Elefante: feno de capim elefante; ¹Níveis de garantia assegurados pelo fabricante: cálcio 240g; fósforo 71g; potássio 28,20g; magnésio 20g; enxofre 20g; cobre 0,40g; cobalto 0,03g; cromo 0,01g; ferro 0,25g; iodo 0,04g; manganês 1,35g; selênio 0,015g; zinco 1,7g; flúor máximo 0,71g; Solubilidade do fósforo em ácido cítrico a 2% (mín) = 95%.

As dietas foram formuladas seguindo as recomendações do NRC (2007), de modo a permitir ganho de peso médio diário de 200 g (Tabela 3).

Tabela 3. Composição nutricional das dietas experimentais.

Itens	Tratamentos			
	Controle	Palma Miúda	Palma IPA-Sertânia	Palma OEM*
	(g/kg de MS)			
Matéria seca ¹	919,76	199,94	236,23	184,70
Matéria orgânica	860,86	877,06	879,25	878,13
Proteína bruta	135,95	157,83	160,15	136,85
Extrato Etéreo	249,30	259,00	271,40	287,00
Fibra em detergente neutro _{cp} ²	559,80	339,09	334,55	318,32
Nutrientes digestíveis totais	409,87	593,74	603,76	546,28
Oxalatos totais	1,01	1,46	1,63	1,96

*OEM: palma orelha de elefante mexicana; ¹g/kg de matéria natural; ²Fibra insolúvel em detergente neutro_{cp}: fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

As palmas forrageiras utilizadas foram os genótipos miúda (*Nopaleacochenillifera*SalmDyck), IPA-Sertânia (*Nopaleasp.*) e orelha de elefante mexicana (*Opuntiastricta*Haw), vindas da Fazenda Várzea Alegre, localizada no município de Pesqueira -PE, sendo trazidas para o Recife a cada 15 dias. O processamento da palma foi realizado imediatamente antes de cada arraçoamento em máquina desintegradora, sendo fornecida na forma de mistura completa, para evitar que os animais selecionassem. A cada novo lote de palma forrageira foram coletadas amostras com a finalidade de quantificar os teores de matéria seca e de proteína bruta para ajuste das rações. Já o feno de capim elefante (*Pennisetumpurpureum*Schum.) foi confeccionado no município de São João do Cariri, pertencente à Universidade Federal da Paraíba (UFPB), sendo picado em máquina forrageira e, em seguida, passado em peneira com medida de 8 mm. O fubá de milho, o farelo de soja e os micros ingredientes foram adquiridos no comércio local.

3.3. Manejo, amostragens e análises bromatológicas

Os animais, ao chegarem ao galpão de confinamento, foram pesados, identificados com brincos, vacinados contra clostridioses e vermifugados contra endo e ectoparasitas. O período experimental teve duração de 73 dias, sendo 10 dias destinados à adaptação dos animais às condições experimentais e 63 dias para coletas de dados. No período de adaptação os animais receberam ração com composição nutricional equivalente às utilizadas no experimento e foi realizada a estimativa do consumo voluntário em função das sobras referentes ao dia anterior.

O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia (08h e 15h), na forma de ração completa, fracionado em 60% da dieta oferecida no turno da manhã e 40% no turno da tarde, 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 todos os dias pela manhã para monitoramento do consumo e para cálculo da oferta seguinte, realizando o ajuste da quantidade de alimentos a cada dois dias em função do consumo do dia anterior, sendo permitidas sobras na ordem de 15% do total ofertado. O consumo de matéria seca e dos nutrientes foram calculados mediante a diferença entre as quantidades oferecidas e refugadas.

Amostras dos alimentos fornecidos e das sobras foram coletadas todas as semanas durante todo o experimento. A cada coleta realizada, as amostras foram identificadas, pesadas

e armazenadas em freezer a -20°C . Posteriormente, as amostras foram descongeladas, pesadas e secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, 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, guardadas em recipientes hermeticamente fechados e identificados, sendo encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia da UFRPE para a realização das análises bromatológicas.

As amostras de alimentos e sobras foram analisadas de acordo com os procedimentos da AOAC (1990), seguindo os métodos 967.03, 942.05, 981.10 e 920.29, respectivamente, para matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio (N) e extrato etéreo (EE). Para determinar o teor de proteína bruta (PB), multiplicou-se o percentual de nitrogênio total pelo fator de conversão 6,25. O extrato etéreo foi determinado por extração em Soxhlet com éter de petróleo. As análises de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foram feitas seguindo-se as metodologias preconizadas por Van Soest et al. (1991) modificadas por Detmann et al. (2012). As análises de FDN foram adaptadas para autoclave, utilizando-se sacos de tecido não tecido (TNT, 100 g/m^2) confeccionados manualmente com dimensões de $5\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ (CASALI et al., 2009). A FDN foi corrigida para cinza residual (DETMANN et al., 2012) e para compostos nitrogenados (LICITRA et al., 1996) e utilizou-se α -amilase termoestável, sem o uso de sulfito de sódio.

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados segundo Detmann e Valadares Filho (2010): $\% \text{CNF} = [100 - \% \text{MM} - \% \text{EE} - \% \text{FDNcp} - (\% \text{PB} - \text{PBu} + \text{U})]$, em que: CNF = teor de carboidratos não fibrosos; MM = teor de matéria mineral; PB = teor de proteína bruta; EE = teor de extrato etéreo; FDNcp = teor de fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PBu = proteína bruta oriunda da ureia; e U = teor de ureia. Para estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foi utilizada a equação preconizada por Weiss (1999), onde: $\text{NDT} (\%) = \text{PBD}\% + \text{FDNcpD}\% + \text{CNFD}\% + (2,25 \times \text{EED}\%)$, sendo $\text{PBD} = (\text{PB ingerida} - \text{PB fezes})$, $\text{EED} = (\text{EE ingerido} - \text{EE fezes})$, $\text{CNFD} = (\text{CNF ingeridos} - \text{CNF fezes})$ e $\text{FDNcpD} = (\text{FDNcp ingerido} - \text{FDNcp fezes})$. A determinação dos oxalatos totais foi realizada de acordo com a metodologia de Moir (1953).

3.4. Coleta de amostras teciduais

Decorridos 73 dias de confinamento, os animais foram casualizados em uma ordem de abate, sujeitos a jejum de alimentos sólidos por 16 horas e pesados para a obtenção do peso corporal ao abate (PCA). O abate, e a sangria dos animais foram realizados seguindo a instrução normativa de Brasil (2000). A esfola foi feita segundo metodologia de Cezar e Sousa (2007).

Após o abate, foram retirados os componentes internos das cavidades pélvica, abdominal e torácica, sendo o estômago pesado cheio e vazio. Logo após foram coletados quatro fragmentos do omaso. Com o objetivo de se preservar o material coletado, os fragmentos foram rapidamente imersas em formol a 10% em tampão fosfato de sódio (pH 7,2) contido em potes plásticos identificados previamente. Antes da fixação as amostras foram lavadas com solução fisiológica a 0,9% gelada para retirada do excesso do conteúdo alimentar.

3.5. Processamento histológico

Para o processamento histológico do material, as lâminas histológicas, foram confeccionadas no Laboratório de Histologia Animal do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal (DMFA) da UFRPE. Os fragmentos, já fixados, foram desidratados em álcool etílico em concentrações crescentes, diafanizados em xilol, impregnados por parafina líquida em estufa regulada à temperatura de 58°C e incluídos em parafina. Em seguida, os blocos foram cortados em micrótomo rotativo do tipo Minot da LEICA[®], ajustado para 5 micrômetros (µm). Estes cortes foram então transferidos para lâminas e mantidos em estufa regulada à 45°C temperatura de 36°C, durante 24 horas, para secagem e colagem. Os cortes foram corados pelo método de Hematoxilina-Eosina (H.E) seguindo-se o protocolo do laboratório e as lâminas montadas com entellan e lamínula de tamanho apropriado. A captura de imagens será realizada com utilização de microscópio óptico Olympus BX-51 (Tóquio, Japão) acoplado à câmera e conectado a um computador. As medidas histomorfométricas serão realizadas com auxílio do software computacional ImageJ.

3.6. Avaliação histológica

As variáveis morfológicas avaliadas microscopicamente foram: espessura da camada queratinizada, das camadas não-queratinizadas (granulosa, espinhosa e basal) e do epitélio total do omaso. Para as avaliações histomorfométricas foram realizadas dez medidas em

distintos campos das lâminas, por animal. Essas medidas foram efetuadas utilizando-se objetiva de 40X. O epitélio total foi calculado a partir do somatório da camada de queratina e da fração que compreende as demais camadas que formam o epitélio (camadas não queratinizadas).

3.7. Análise estatística

Os dados de consumo e desempenho foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Dunnet, ao nível de significância de 5%, utilizando-se o pacote estatístico do SAS (1996). Os parâmetros histomorfométricos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.6 (2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dieta contendo palma orelha de elefante mexicana (OEM) proporcionou maior espessamento da camada de queratina do epitélio omasal e diminuição da espessura das camadas não queratinizadas. Por outro lado, não houve diferença significativa entre os valores de espessura do epitélio total em função dos tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Espessura (μm) de variáveis histomorfométricas do epitélio omasal de ovinos alimentados com dietas baseadas em palma forrageira.

Variável	Tratamentos					Valor de P
	Controle	Miúda	IPA-Sertânia	OEM ¹	EPM ²	
ET ³	58,370	61,119	57,428	56,610	1,91	0,1049
Queratina	10,573b	12,039ab	11,660b	14,145a	6,15	0,0019
CNQ ⁴	47,798a	49,080a	45,769ab	40,464b	1,93	0,0123
Queratina(% ⁵)	19,158b	20,870b	21,450b	26,388a	1,13	0,0003
CNQ ³ (% ⁵)	80,842a	79,129a	78,550a	73,611b	1,13	0,0003

Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância; ¹OEM: palma orelha de elefante mexicana; ²EPM: erro padrão da média; ³ET: epitélio total; ⁴CNQ: camadas não queratinizadas; %⁵: percentual do epitélio total.

Como reportado por Banks (1992), o estrato córneo ou queratinizado representa uma barreira protetora do epitélio dos compartimentos aglandulares do estômago de ruminantes, dificultando a invasão de patógenos e a ação de substâncias agressoras. Assim, o maior espessamento verificado no epitélio omasal dos ovinos que consumiram dieta à base de palma OEM pode ter relação com a maior concentração de oxalatos totais observada nesse tratamento experimental (Tabela 3).

Em uma das poucas investigações científicas encontradas na literatura que associam o consumo de palma forrageira e sua implicação nas características teciduais do trato gastrintestinal de ruminantes, Neiva et al. (2006) analisaram o efeito do consumo de altas proporções de palma sobre a estrutura histológica da mucosa ruminal de ovinos e observaram que os animais que receberam dietas com mais palma apresentaram maior erosão no estrato córneo (camada queratinizada). Para esses autores, a presença de oxalatos (sobretudo na

palma forrageira) e de sílica (em especial no feno de capim elefante) pode ter desencadeado esse efeito.

Com relação à menor espessura das camadas não queratinizadas verificada nos animais submetidos à dieta contendo palma OEM, esse achado por estar relacionado à supressão do contato com os produtos da fermentação, em consequência do aumento da espessura da camada de queratina (SILVA, 2017). Nesse contexto, Banks (1992) relatou que as camadas mais profundas do epitélio (granulosa, espinhosa e basal) são formadas por células metabolicamente ativas, apresentando alta capacidade de absorção e metabolização dos ácidos graxos de cadeia curta.

Quando expressas como percentual do epitélio total, as espessuras das camadas queratinizadas e não queratinizadas do epitélio do omaso dos animais que receberam palma OEM diferiram das demais dietas. Deve-se considerar que a diminuição das camadas não queratinizadas em função do epitélio total ocorreu em resposta à elevação da espessura da queratina (Figura1).

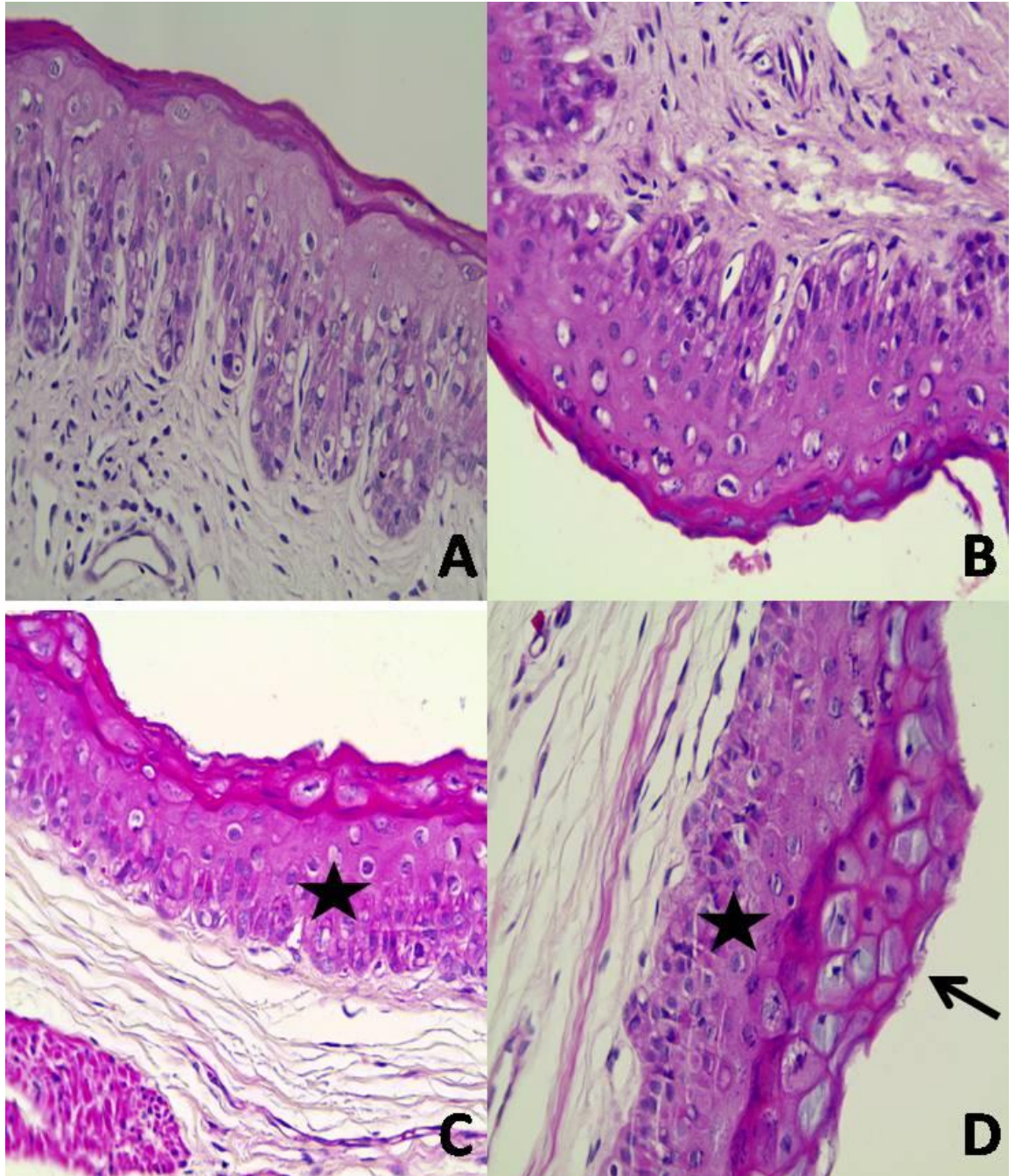


Figura 1. Fotomicrografias do epitélio omasal de ovinos. A) tratamento controle com camada de queratina apresentando poucas células vacuolizadas; B) tratamento com palma miúda apresentando poucas vacuolizações nas células da camada queratinizada; C) tratamento com palma IPA-Sertânia apresentando encurtamento na espessura das camadas não queratinizadas (estrela); D) tratamento com palma orelha de elefante mexicana apresentando acentuadas vacuolizações nas células da camada de queratina (seta) e encurtamento na espessura das camadas não queratinizadas (estrela); hematoxilina-eosina, 40X.

As dietas contendo os diferentes genótipos de palma forrageira proporcionaram maiores valores de peso corporal ao abate e de peso do estômago dos cordeiros em relação àqueles do tratamento controle (Tabela 5).

Tabela 5. Consumo de matéria seca, de fibra insolúvel em detergente neutro, de nutrientes digestíveis totais e parâmetros produtivos de ovinos alimentados com dietas baseadas em palma forrageira.

Parâmetro	Tratamento				Valor de
	Controle	Miúda	IPA-Sertânia	OEM ¹	P
Consumo					
Matéria seca (g dia ⁻¹) ²	702,18±50,95	1124,55±56,35*	1138,63±52,17*	1055,14±37,54*	<,0001
Matéria seca (%PC) ³	3,01±0,14	4,10±0,15*	4,15±0,07*	3,94±0,09*	<,0001
FDN _{cp} ⁴ (g dia ⁻¹) ²	372,55±29,04	344,34±17,63	346,45±15,82	314,22±10,34	0,2346
FDN _{cp} ⁴ (%PC) ³	1,60±0,09	1,25±0,05*	1,26±0,03*	1,17±0,03*	<,0001
NDT ⁵ (g dia ⁻¹) ²	293,60±19,71	667,24±37,26*	696,38±47,98*	577,66±28,55*	<,0001
Desempenho					
Peso corporal inicial (kg)	21,37±0,71	20,94±0,70	20,70±0,82	20,91±0,80	0,9373
Peso corporal ao abate (kg)	24,94±0,98	33,93±1,29*	34,03±1,30*	32,62±0,51*	<,0001
Peso do estômago (kg)	0,93±0,04	1,44±0,06*	1,28±0,06*	1,37±0,08*	<,0001
Conteúdo estomacal (kg)	6,00±0,40	4,42±0,34*	4,61±0,29*	4,33±0,29*	0,0041

*Diferem estatisticamente pelo teste de Dunnett a 5% (P<0,05); ¹OEM: palma orelha de elefante mexicana; ²g dia⁻¹: gramas por dia; ³%PC: percentual de peso corporal; ⁴FDN_{cp}: fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e compostos nitrogenados; ⁵NDT: nutrientes digestíveis totais.

No que se refere ao peso do estômago, observam-se maiores valores nos tratamentos que continham palma forrageira. Clementino et al. (2007) afirmou que o peso dos componentes não-constituintes da carcaça varia em função da quantidade de energia consumida. No presente estudo, houve maior consumo de energia (expresso nos valores de NDT) pelos animais alimentados com os genótipos da palma (Tabela 5). Em adição, o maior volume de ácidos graxos de cadeia curta produzidos na fermentação ruminal dos animais consumindo palma pode induzir ao aumento da massa dos compartimentos aglandulares, em função do aumento no número e dimensões das projeções da mucosa, por exemplo.

Por outro lado, os maiores pesos de conteúdo estomacal foram encontrados nos animais do grupo controle, o que tem relação com o maior consumo de fibra insolúvel em detergente neutro em relação ao peso corporal (Tabela 5), aumentando assim o tempo de retenção do alimento no rúmen, incrementando o peso da digesta.

5. CONCLUSÃO

O genótipo da palma forrageira orelha de elefante mexicana provoca espessamento na camada de queratina e diminuição da espessura das camadas não queratinizadas do epitélio omasal de ovinos em crescimento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHVENJARVI, S. et al. Determination of reticulo-rumen and whole-stomach digestion in lactating cows by omasal canal or duodenal sampling. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v 83, n.1, p.67-77, Mar. 2000

ALBUQUERQUE, S.G.; LIRA, M. de A., SANTOS, M. V. F. dos; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELO, J. N. de; FARIAS, I. Utilização de três fontes de nitrogênio associadas à palma forrageira (*Opuntia fícus-indica*, Mill) cv. Gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1315-1324, 2002

ANDRADE, D.K.B. de; FERREIRA, M. de A.; VÉRAS, A. S. C.; WANDERLEY, W. L.; SILVA, L. E. da; CARVALHO, F. F. R. de; ALVES, K. Souza; MELO, W. S. de. Digestibilidade e absorção aparentes em vacas da raça holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p. 2088-2097.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 12 ed. 1990. Washington, 1990. 1094p.

ARLEI, C.; CARDOSO, F.; GONZÁLES, F.; CAMPOS, R. Indicadores do ambiente ruminal e suas relações com a composição do leite e células somáticas em diferentes períodos da primeira fase da lactação em vacas de alta produção. **Ciência Rural**, v.36, n.2, mar-abr, 2006

BANKS, W.J. **Histologia Veterinária Aplicada**. 5.ed. São Paulo: Editora Manole, 1992.629p.

BIANCHINI, W.; RODRIGUES, E.; JORGE, A. M.; ANDRIGHETO, C. Importância da fibra na nutrição de bovinos. **REDEVET – revista electronica de veterinária** 2007. Disponível em: http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020207/0_20718.pdf. Acesso em: 15 maio. 2018

BISPO, S.V.; et al. 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.

BLANEY, B.J.; GARTNER, R.J.W.; HEAD T.A. The effects of oxalate in tropical grasses on calcium ,phosphorus and magnesium availabilith to cattle. **Jornal of Agricultural Science**, Cambridge, V.99, n. 3, p. 533- 539, 1982.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 3, de 07 de janeiro de 2000. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. S. D. A. /M. A. A. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 jan. 2000, Seção 1, p.14-16.

BUENO, L.; GOODALL, E. D.; KAY, R. N. B.; RUCKEBUSCH, Y. On the function of the sheep's omasum. **Journal of Physiology**, London, v. 227, n. 2, p. 14, 1972.

CARVALHO, P.A.; SANCHEZ, L.M.B; VIÉGAS, J.; VELHO, J.P.; JURIS, G.C.; RODRIGUES, M.B.. Desenvolvimento de Estômago de Bezerros Holandeses Desaleitados Precocemente. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.32, n.6, p.1461-1468, 2003

CASALI, A.O.; et al. Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.130-138, 2009.

CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba: Editora Agropecuária Tropical, 2007. 147p

COSTA, R.G.; BELTRÃO FILHO, E. M.; MEDEIROS, A. N. de; GIVISIEZ, P. E. N.; QUEIROGA, R. de C. R. do E.; MELO, A. A. S. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. **Small Ruminant Research, Amsterdam**, v. 82, n. 1, p. 62-65, 2009.

COSTA, S.F. **Alterações morfológicas induzidas por lactato, propionato e butirato sobre a mucosa ruminal e epiderme de bezerros**. 2003. 90 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

CLEMENTINO, R.H.; et al. Influência dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os constituintes não carcaça e os componentes da perna de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.681-688, 2007.

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

FRANDSON, R.D.; LEE WILKE, W.; DEE FAILS, A.; **Anatomia e Fisiologia dos Animais de Fazenda**, 7ªed., 454 p. 2005

- FROTA, M.N.L. et al. **Palma forrageira na alimentação animal**. Teresina :Embrapa Meio-Norte, 2015. 47 p.
- GÊNOVA, L.G.; PAULINO, V.T. Aspectos relacionados a cálcio e fósforo em equídeos e ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 24, Ed. 171, Art. 1155, 2011.
- HACKMANN, T.J.; SPAIN, J. N. Invited review: ruminant ecology and evolution: perspectives useful to ruminant livestock research and production. **Journal of Dairy Science**, Missouri, v. 93, n. 1, p. 1320-1334, June 2010.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996
- LIMA, R.M.B.; FERREIRA, M. A.; BRASIL, L. H. A.; ARAÚJO, P. R. B.; VÉRAS, A. S. C.; SANTOS, D. C.; CRUZ, M. A. O. M.; MELO, A. A. S.; OLIVEIRA, T. N.; SOUZA, I. S. Replacement of the corn by forage cactus: ingestive behavior of crossbreed lactating cows. *Acta Scientiarum*. **Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 347-353, 2002.
- LIMA, R.F. **Resposta morfológicas das mucosas ruminal e omasal à variação alimentar**. Universidade Federal de Lavras, Lavras 49p. Tese (Mestrado em Ciências Veterinárias), 2010.
- MADRUGA, M. S.; SOUSA, W. H.; ROSALES, M. D.; CUNHA, G. M. G.; RAMOS, J. L. F. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 309-315, 2005.
- MELO, A.A.S de; FERREIRA, M. de A.; VERAS, A. S. C; LIARA, M. de A.; LIMA, L.E de; VILELA, M. da S.; MELO, E. O. S de; ARAUJO, P.R.B. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira em dietas para vacas em lactação. I. desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 32 (3): 727-736, 2003.
- MELO FILHO, J.F.; SOUZA, A.L.V. O manejo e a Conservação do solo no Semi-árido baiano: desafios para a sustentabilidade. **Publicado Bahia Agrícola.**, v.7, n.3, nov. 2006.
- MOIR, K.W. The determination of oxalic acid in plants. **Queensland Journal of Agricultural Science**, v.10, n.1, p.1-3, 1953.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of small ruminants**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362p.
- NEIVA, G.S.M.; et al. Mucous membrane of the rumen of ovines, fed with spineless, forage 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.
- NOVAES, R.F.; MELLO, J.W.V. Relação solo-planta. In: Novais, R. F.; Alvarez V., V. H.; Barros, N. F.; Fontes, L. E. F.; Neves, J. C. L. (eds.). **Fertilidade do Solo**. 1ªed. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p.133-204
- REHAGRO. **Você conhece a anatomia e fisiologia do sistema digestivo dos bovinos?** Artigos pecuária de corte 2016. Disponível em: <<http://rehagro.com.br/anatomia-e-fisiologia-do-sistema-digestivo-dos-bovinos>>. Acesso em: 15 de maio de 2018.
- SALEM, H.B.; NEFZAQUI, A.; SALEM, L.B. Supplementing spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) based diets with urea-treated straw or old man salt bush (*Atriplex nummularia*). Effects on intake, digestion and sheep growth. **The Journal of Agricultural Science**, Toronto, v. 138, n. 1, p. 85-92, 2002.
- SALMAN, A.K.D.; et al. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2010. 21 p.
- SAMPAIO, E. V.S.B. Fisiologia da palma. In: Menezes, R.S.C.; Simões, A. S. (Ed.). **A palma no nordeste do Brasil: conhecimento e perspectiva**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 43-55.
- SANTOS, M.V.F. dos; LIRA, M. de A.; FARIAS, I.; BURITY, H. A.; TAVARES FILHO, J. J. Efeito do período de armazenamento pós-colheita sobre o teor de matéria seca e composição química das palmas forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 6, p. 777-783, jun. 1992.
- SIGNORETTI, R.D.; et al. Características quantitativas das partes do corpo não-integrantes da carcaça animal e desenvolvimento do trato gastrintestinal de bezerros da raça Holandesa alimentados com dietas contendo quatro níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.875-882, 1999.
- SILVA, T.G.P. **Histomorfometria do epitélio ruminal e reticular de ovinos alimentados com dietas baseadas em palma forrageira**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 59f. Tese (Mestrado em Zootecnia), 2017.

SIROHI, S.K.; KARMIS, S. A.; MISRA, A.K. Nutrient intake and utilization in sheep fed with prickly pear cactus. **Journal of Arid Environment, Amsterdam**, v. 36, p. 161- 166, 1997

SOUZA, B.M.; **Anatomia e fisiologia do sistema digestivo dos bovinos. In: Criação de Bovinos**, 7º ed., CVP. Capítulo 3.2, p. 128-156, 2003.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS Institute. **User's guide: statistics**. Versão 6. 12. Cary: North Carolina State University, 1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer Associates, 1998. 792 p

TEIXEIRA, J.C.; TEIXEIRA, L. de F.A.C.; **Princípios de nutrição de bovinos leiteiros**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 245p.: il. - Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Bovinocultura Leiteira - Manejo, Mercado e Tecnologias

TOSTO, M.S.L. ; ARAÚJO, G. G. L. ; OLIVEIRA, R. L. ; BAGALDO, A. R. ; DANTAS, F. R. ; MENEZES, D. R. ; CHAGAS, E. C. O. **Revista Brasileira Saúde e Produção animal**. An., v.8, n.3, p. 239-249, jul/set, 2007 Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583–3597, 1991.

WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M. de A.; ANDRADE, D.K.B. Palma forrageira (*Opuntia ficu-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 273-281, 2002.

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