



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE DIETAS UTILIZANDO PALMA ORELHA-
DE-ELEFANTE MEXICANA EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL AO FENO DE
BUFFEL NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS E OVINOS**

CINTIA MIRELY DE ARAUJO

AREIA - PB

FEVEREIRO - 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE DIETAS UTILIZANDO PALMA ORELHA-
DE-ELEFANTE MEXICANA EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL AO FENO DE
BUFFEL NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS E OVINOS**

CINTIA MIRELY DE ARAUJO

Zootecnista

AREIA - PB
FEVEREIRO - 2017

CINTIA MIRELY DE ARAUJO

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE DIETAS UTILIZANDO PALMA ORELHA-
DE-ELEFANTE MEXICANA EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL AO FENO DE
BUFFEL NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS E OVINOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias – Areia-PB, como requerimento parcial para obtenção do título de mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros - Orientador Principal (CCA/UFPB)

Prof^ª. Dr^ª. Ângela Maria Vieira Batista

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho

AREIA - PB

FEVEREIRO - 2017

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, campus II, Areia - PB

A663a Araújo, Cintia Mirely de.

Avaliação nutricional de dietas utilizando palma orelha-de-elefante mexicana em substituição parcial ao feno de buffel na alimentação de caprinos e ovinos / Cintia Mirely de Araujo. – Areia - PB: CCA/UFPB, 2017.

74 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias.
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador: Ariosvaldo Nunes de Medeiros.

1. Nutrição animal – Caprinos 2. Ovinos – Dieta 3. Alimentação de caprinos – Palma forrageira mexicana I. Medeiros, Ariosvaldo Nunes de (Orientador) II. Título.

UFPB/BSAR

CDU: 636.084:636.39(043.3)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: "Avaliação nutricional de dietas utilizando palma Oreilha-de-elefante Mexicana em substituição parcial ao feno de Buffel na alimentação de caprinos e ovinos"

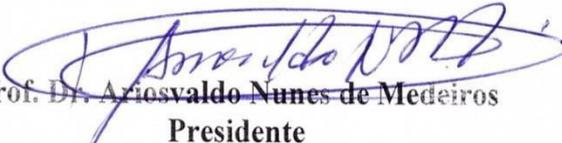
AUTORA: Cintia Mirely de Araújo

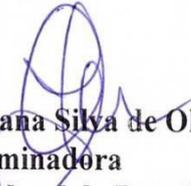
ORIENTADOR: Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros

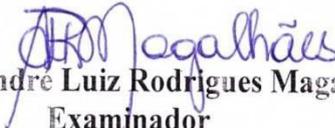
JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:


Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros
Presidente
Universidade Federal da Paraíba


Profa. Dra. Juliana Silva de Oliveira
Examinadora
Instituto Federal da Paraíba


Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães
Examinador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Areia, 27 de fevereiro de 2017

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CINTIA MIRELY DE ARAUJO - Nascida em 02 de setembro de 1992, filha de Maria de Fátima Silva de Araujo e João Medeiros de Araujo, natural de Caicó-RN. Iniciou em Março de 2010 o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, concluindo-o em Agosto de 2014. Em março de 2015, ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Área de concentração em Nutrição Animal – Ruminantes, da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, concluindo-o em Março de 2017.

“Sou um escritor de poucos livros e poucos leitores. Vivo extraviado em meu tempo por acreditar em valores que a maioria julga ultrapassados. Entre esses, o amor, a honra e a beleza que ilumina caminhos da retidão, da superioridade moral, da elevação, da delicadeza, e não da vulgaridade dos sentimentos.”

Ariano Suassuna

“A ciência atua na fronteira entre o conhecimento e a ignorância sem medo de admitir que não sabemos. Não há nenhuma vergonha nisso. A única vergonha é fingir que temos todas as respostas.”

Neil deGrasse Tyson

"Saber muito não lhe torna inteligente. A inteligência se traduz na forma que você recolhe, julga, maneja e, sobretudo, onde e como aplica esta informação."

Carl Sagan

“A Deus, a minha família, a Raniere Paulino e aos que acreditaram em meus sonhos, mas acima de tudo para aqueles que ainda acreditam em um mundo de oportunidades, onde os que vem de baixo, que começam com pouco, têm o poder de conquistar o mundo através do conhecimento”.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Universidade Federal da Paraíba e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nome do professor Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros, pela oportunidade dada e por todos os ensinamentos passados, também a CAPES pela bolsa concedida, sem qual não seria possível a minha permanência no programa. A professora Dr^a. Ângela Maria Vieira Batista e ao professor Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho, por toda contribuição e crescimento profissional proporcionados.

Sou grata a Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco, em nome dos professores membros do colegiado acadêmico do curso de Zootecnia, em especial a professora Dr^a. Sandra Mari Yamamoto, o Professor Dr. Wagner Felix e ao Professor Dr. Daniel Ribeiro, que foram os primeiros a me incentivar no caminho da pesquisa científica, os que primeiro me deram oportunidade e os que primeiro me mostraram o real sentido do conhecimento.

Não poderia deixar de agradecer a Christina Moraes, que largou seus afazeres, fez uma grande viagem, só para me ensinar a metodologia de coleta do experimento, então sem você a realização seria muito mais complicada, por isso o meu muito obrigada.

Ao grupo de pesquisa Nutriaridus, em especial a Alma Violeta, Beatriz Dantas, Francinilda Sousa, Romildo Neves, Natalia Livia, Gabrielle Santos, José Eduardo e Geni Caetano, também a Nathalia Oliveira e Rafael Lopes, que apesar de recém-chegados já contribuíram muito para os resultados da equipe.

Como ninguém vence ou cresce sozinho, agradeço a Juraci Marcos, técnico do laboratório de nutrição animal da UFPB e aos terceirizados Antônio Duelo, José Sales e Antônio Costa.

Em São João do Cariri em meio a desafios, vi a importância de ajudar e ser companheiro, assim não poderia deixar de agradecer a Neto Juvino e Alexandre, funcionários da estação experimental e aos alunos Raniere Paulino, Pedro Neto, Josinaldo Araújo e Thiago Moraes.

Agradecer a Marcia Pereira, minha companheira de experimento por me fazer continuar e ver o mundo de maneira diferente.

A Luana Magna, companhia de todas as batalhas, menina interessada, inteligente, correta, coerente, tenho um milhão de qualidades para você, espero que Deus ilumine seus passos e que você consiga realizar todos os seus objetivos.

A Leandra Sousa, Priscylla Vasconcelos, Danila Araujo e Maria de Fátima Sousa, pelas noites de estudo, pelas dicas acadêmicas e pela força nos momentos de necessidade.

A Núbia Araujo, Artenia Almeida e Maylane Brito, que desde a graduação acreditam no que posso realizar.

Alenice Ozino Ramos, muito obrigada, você me passou os maiores conhecimentos, não só os intelectuais, ou relacionados ao experimento, mas você me passou ensinamentos para vida, me mostrou como é importante ser feliz, saber se comunicar, se preparar, estudar e lutar pelos meus objetivos, então não, só posso desejar tudo que há de melhor nesse mundo para você.

SUMÁRIO

	Página
<i>Lista de tabelas</i>	xii
<i>Lista de figuras</i>	xiv
<i>Resumo</i>	xvi
<i>Abstract</i>	xviii
1. Introdução	20
2. Referencial Teórico	22
2.1 Produção e alimentação de caprinos e ovinos em regiões Semiáridas.	22
2.2 Aspectos nutricionais e utilização da palma forrageira	23
2.2.1 Consumo	25
2.2.2 Digestibilidade.....	26
2.2.3 Parâmetros ruminais	27
2.3 Carboidratos fibrosos e não-fibrosos na alimentação de ruminantes.....	29
3 Material e Métodos	32
3.1 Local do experimento	32
3.2 Animais utilizados e dietas experimentais.....	32
3.3 Determinação do consumo	34
3.4 Determinação do coeficiente de digestibilidade aparente.....	34
3.5 Determinação dos parâmetros ruminais.....	35
3.6 Análises bromatológicas	36
3.7 Delineamento experimental e análise estatística	37
4 Resultados e Discussão	39
5 Conclusão	65
6 Referências bibliográficas	66

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1 -	Composição química dos ingredientes das rações experimentais	33
Tabela 2 -	Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.....	33
Tabela 3 -	Composição das dietas efetivamente consumidas por ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais	40
Tabela 4 -	Análise de regressão da composição das dietas efetivamente consumidas por ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais	41
Tabela 5 -	Consumo de nutrientes por ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais	43
Tabela 6 -	Análise de regressão do consumo de nutrientes por ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais	44
Tabela 7 -	Coeficiente de digestibilidade aparente de ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais	45
Tabela 8 -	Características do rúmen de ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais	50
Tabela 9 -	Análise de regressão das características do rúmen de ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais	51
Tabela 10 -	Concentrações de matéria seca e proteína bruta no conteúdo total e nas frações fluída e sólida do rúmen de ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais	56
Tabela 11 -	Análise de regressão das concentrações de matéria seca e proteína bruta no conteúdo total e nas frações fibrosa e fluída do rúmen de ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais	57
Tabela 12 -	Interação espécie, hora e tratamento para as variáveis de pH e N-NH ₃ de ovinos e caprinos submetidos as dietas experimentais.....	61

Tabela 13 - Interação espécie, hora e tratamento para as variáveis de concentração de acetato, propionato e butirato de ovinos e caprinos submetidos as dietas experimentais.	62
---	----

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Interação dieta x espécie para a variável consumo de água. (P-valor de interação para os níveis de substituição: 0 = 0,0007; 20 = 0,0209; 40 = 0,0929; 60 = 0,0600; e 80 % = 0,6504. $p < 0,05$).....	42
Figura 2 - Interação dieta x espécie para a variável conteúdo ruminal (% PV) às 0 horas (a) e às 4 horas (b). (P-valor de interação para os níveis de substituição: 0 = 0,9294; 20 = 0,0642; 40 = 0,3716; 60 = <.0001; e 80 % = 0,0839. $p < 0,05$).....	46
Figura 3 - Interação dieta x espécie para a variável taxa de renovação da matéria seca (TRMS) (h). (P-valor de interação para os níveis de substituição: 0 = 0,0100; 20 = 0,5150; 40 = 0,1583; 60 = 0,3485; e 80 % = 0,0002. $p < 0,05$).....	48
Figura 4 - Interação dieta x espécie para a variável taxa de desaparecimento da matéria seca (TDMS) (% / h). (P-valor de interação para os níveis de substituição: 0 = 0,0934; 20 = 0,6370; 40 = 0,0542; 60 = 0,8197; e 80 % = 0,0160. $p < 0,05$).....	49
Figura 5 - Interação dieta x espécie para a variável matéria seca (MS) da fração sólida as 0 h (a) e 4 h (b). (P-valor de interação para os níveis de substituição: 0 = 0,4013; 20 = 0,0580; 40 = 0,3284; 60 = 0,0406; e 80 % = 0,0141. $p < 0,05$).....	53
Figura 6 - Interação dieta x espécie para variável proteína bruta (PB) do conteúdo total do rúmen as 0 h (a) e 4 h (b). (P-valor de interação para os níveis de substituição: 0 = 0,6484; 20 = 0,0031; 40 = 0,0423; 60 = 0,0001; e 80 % = 0,2746. $p < 0,05$).....	54
Figura 7 - Interação dieta x espécie para variável proteína bruta (PB) da fração Sólida as 0 h (a) e 4 h (b). (P-valor de interação para os níveis de substituição: 0 = 0,3975; 20 = 0,7924; 40 = 0,0261; 60 = 0,0144; e 80 % = 0,7136. $p < 0,05$).....	55

Figura 8 -	Concentrações de nitrogênio amôniaal (mg/100mL) no fluído ruminal, em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais em ovinos (a) e caprinos (b)	59
Figura 9 -	Valores de pH no fluído ruminal, em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais em ovinos (a) e caprinos (b)	60
Figura 10 -	Concentrações de ácidos graxos de cadeia curta totais no fluído ruminal, em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais em ovinos (a) e caprinos (b)	63

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE DIETAS UTILIZANDO PALMA ORELHA-
DE-ELEFANTE MEXICANA EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL AO FENO DE
BUFFEL NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS E OVINOS**

RESUMO

Objetivou-se avaliar a substituição do feno de Buffel por palma Orelha-de-elefante Mexicana, como volumoso, sem que ocasione distúrbios nutricionais e metabólicos em ovinos e caprinos, e realizar uma comparação, do ponto de vista nutricional, da eficiência de uso da palma por estas espécies. O experimento foi desenvolvido na Unidade de Pesquisas de Pequenos Ruminantes, pertencente à UFPB/CCA/Areia – PB. Foram utilizados dez animais, sendo cinco caprinos sem padrão racial definido (SPRD) e cinco ovinos da raça Santa Inês, adultos, castrados e canulados no rúmen. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino duplo (5x5), sendo cada quadrado constituído por uma espécie e os tratamentos foram representados pelos níveis de substituição do feno de Buffel pela palma Orelha-de-elefante Mexicana nas proporções de 0; 20; 40; 60 e 80 %. Houve efeito da interação entre dieta e espécie para o consumo de água, onde para os níveis de 0 e 20 % de substituição do feno pela palma, ocorreu maior consumo pela espécie caprina (2129,20 e 1243,86 mL) em relação a ovina (1518,60 e 822,02 mL). O consumo de matéria seca (CMS), não foi influenciado pelos tratamentos, tanto para caprinos, quanto para ovinos. O consumo de matéria mineral (MM) e carboidratos não-fibrosos (CNF), pelos ovinos, aumentaram linearmente com o aumento do nível de substituição do feno de Buffel pela palma Orelha-de-elefante Mexicana. O consumo de FDN, tanto pelos caprinos como pelos ovinos, reduziu linearmente com a substituição do feno. Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, não foram influenciados pelas dietas experimentais. Houve efeito de interação dieta x espécie para o conteúdo total (% PC), taxa de renovação da MS (h), taxa de desaparecimento da MS (%/h) e para a composição da digesta. A concentração dos AGV's aumentou linearmente com o aumento da palma nas dietas, para as duas espécies, já o pH não foi influenciado pelas dietas e nem pela espécie, apresentando valores médios variando de 6,24 a 6,39. A palma Orelha-de-elefante mexicana pode substituir o feno na dieta, como volumoso, até o nível de 80%,

sem causar problemas nutricionais, para caprinos e ovinos, entretanto, estes tiveram divergência na resposta as dietas experimentais.

Palavras-Chave: Carboidratos não-fibrosos, Opuntia, Fermentação ruminal, Consumo, Digestibilidade.

NUTRITIONAL EVALUATION OF DIETS USING SPINE CACTUS IN PARTIAL REPLACEMENT TO BUFFEL HAY IN GOATS AND SHEEPS FEED

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the replacement of Buffel hay by the Mexican elephant ear cactus, as forage, without causing nutritional and metabolic disturbances in sheep and goats, and to make a comparison, from the point of view nutritional value, of the efficiency of palm utilization by these species. The experiment was developed at the Small Ruminants Research Unit, belonging to the UFPB / CCA / Areia - PB. Ten animals were used, five goats with no defined racial pattern (SPRD) and five Santa Inês sheep, adults, castrated and cannulated in the rumen. The experimental design used was the double Latin square (5x5), each square being constituted by one species and the treatments were represented by the Buffel hay substitution levels by the Mexican elephant ear cactus in the proportions of 0; 20; 40; 60 and 80%. There was an interaction effect between diet and species for water consumption, where for the 0 and 20% levels of hay replacement by the palm, there was greater consumption by the goat species (2129.20 and 1243.86 mL) in relation to ovine (1518.60 and 822.02 mL). The dry matter intake (DMI) was not influenced by the treatments, for both goats and sheep. The consumption of ash (IA) and non-fibrous carbohydrates (NFC) by sheep increased linearly with the increase in the Buffel hay substitution level by Mexican elephant ear. NDF intake, both by goats and sheep, linearly reduced with hay replacement. The digestibility coefficients of the nutrients were not influenced by the experimental diets. There was a diet x species interaction effect for the total content (% BW), DM renewal time (h), DM disappearance rate (% / h) and for the digesta composition. The concentration of the AGV increased linearly with the increase of the cactus in the diets, for both species, since the pH was not influenced by the diets nor by the species, presenting values ranging from 6.24 to 6.39. The Mexican elephant ear cactus can replace the dietary hay, as bulky, up to the 80% level, without causing nutritional problems, for goats and sheep, however, they had divergence in response to experimental diets.

Key-words: Non-fibrous carbohydrates, Opuntia, Ruminant fermentation, Consumption, Digestibility.

1. INTRODUÇÃO

Com as flutuações no clima que afeta a oferta de alimentos em regiões áridas e semiáridas, tornou-se importante a busca por espécies forrageiras resistentes aos longos períodos de estiagem, tal como a palma, forrageira rica em água e carboidratos solúveis, comumente utilizada por produtores para a alimentação dos rebanhos (STINTZING & CARLE, 2005; ABIDI *et al.*, 2009b).

A composição dos cladódios da palma é variável, podendo ser influenciada por diversos fatores, tais como, local de cultivo, condições edafoclimáticas, estação do ano, idade e ordem dos cladódios, variedade, tipo de solo e adubação, tal variação implica na grande discrepância nos resultados dos trabalhos que a utilizam.

Apesar da divergência entre os valores de matéria seca (MS) da palma, é certo que as diversas variedades possuem elevado teor de água, pelo fato de utilizar o metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), que através da abertura noturna de seus estômatos e fechamento diurno possibilita melhor aproveitamento da água, em comparação com plantas C3 e C4 (ANDRADE-MONTEMAYOR *et al.*, 2011), promovendo os baixos valores de matéria seca.

O seu alto teor de água é fator de suma importância ao falar-se de zonas áridas e semiáridas, já que possibilita redução do consumo de água livre pelos animais, levando em consideração que este passa a ingerir maior teor de água advinda do alimento, reduzindo; assim, o consumo voluntário de água de bebida.

Algumas características importantes, quanto a composição da palma são os baixos teores de fibra em detergente neutro (FDN) (24 – 26 %), e os elevados teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) (398 - 555 g/Kg de MS) e minerais (MM) (10 – 25 %). A união destes fatores está diretamente ligada com o efeito laxativo, que costuma ocorrer em animais alimentados exclusivamente, ou com grande quantidade de palma, sendo necessário o consórcio da palma com fontes de fibra, tais como os fenos e palhadas (BATISTA *et al.*, 2009; CORDOVA-TORRES *et al.*, 2009; ANDRADE-MONTEMAYOR *et al.*, 2011).

Estes são fontes de fibra efetiva, o que promove uma melhora no perfil fermentativo do rúmen, servindo de fonte de carboidratos fibrosos para bactérias celulolíticas e estimulando a ruminação.

Os estudos com a palma na alimentação animal avaliam desde os diversos sistemas de alimentação até as diversas formas de fornecimento comparando, muitas vezes, os efeitos das diversas variedades sobre a produção e a nutrição; porém a maioria é realizada com as palmas das variedades gigante (*Opuntia ficus indica* Mill), redonda e miúda ou doce, sendo os com a palma gigante os mais comuns, levando em consideração o fato desta ser a mais cultivada no Brasil. Todavia todas estas variedades são altamente susceptíveis a cochonilha do carmim, com exceção da palma miúda ou doce (CAVALCANTI *et al.*, 2008).

A cochonilha do carmim, praga responsável pela redução da maioria dos palmais no semiárido brasileiro, principalmente da Paraíba e de Pernambuco, levou a busca pelo uso de variedades mais resistentes, tal como a palma orelha-de-elefante mexicana (*Opuntia stricta* Haw) (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Entretanto, poucos são os estudos sobre os efeitos da utilização desta palma sobre o metabolismo e a nutrição de caprinos e ovinos, menores ainda são os estudos realizando uma comparação entre a utilização de nutrientes desta palma por ovinos e caprinos.

Assim, objetivou-se avaliar dietas contendo a palma orelha-de-elefante mexicana em substituição parcial ao feno de buffel na alimentação de ovinos e caprinos, e realizar uma comparação, do ponto de vista nutricional, da eficiência de uso da palma por estas espécies.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Produção e alimentação de caprinos e ovinos em regiões Semiáridas

As regiões áridas e semiáridas compõem cerca de 40 % da área terrestre mundial, possuindo população de aproximadamente 2 bilhões de pessoas (BIZIKOVA *et al.*, 2015). Nestas regiões, a convivência com a seca é normal e causa prejuízos a pecuária, sendo necessário uso de cultivos adaptados e manejo sustentável, com intuito de garantir o futuro destes ambientes (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

No Brasil, o Semiárido possui extensão aproximada de 969.589 km², equivalente a 11,39 % do território nacional e 60 % da região Nordeste (PEREIRA JÚNIOR, 2007); onde a produção de pequenos ruminantes é uma atividade de grande importância cultural, social e econômica, que depende de reformulação dos modelos tradicionais de planejamento e administração para melhorar seus índices produtivos e econômicos (COSTA *et al.*, 2009).

O clima semiárido é caracterizado pela irregularidade na distribuição das chuvas e altas taxas de evapotranspiração, acarretando em períodos de escassez de água, tal situação resulta na estacionalidade produtiva das forrageiras (MOREIRA *et al.*, 2006), caracterizada por épocas com baixa disponibilidade e qualidade das forragens.

A região Nordeste tem a pecuária como uma importante fonte econômica, principalmente a criação de caprinos e ovinos, caracterizada por animais mestiços e/ou nativos, criados extensivamente, alimentando-se de vegetação nativa e apresentando baixos índices produtivos, devido a flutuação na disponibilidade de alimentos (OLIVEIRA *et al.*, 2010; MORAES *et al.*, 2012); Este baixo desempenho zootécnico se deve, principalmente, a forte dependência que os sistemas de produção tem da vegetação nativa da caatinga, fonte alimentar básica, quando não única, dos rebanhos (ARAUJO *et al.*, 2000).

A maior demanda por proteína animal, advinda do aumento da população mundial, requer uma maior produção de forrageiras, como forma de manter a produtividade animal. De acordo com Voltolini *et al.* (2009), uma das práticas decisivas para o avanço dos sistemas de produção no Nordeste, é promover melhorias no manejo alimentar dos animais visando fornecer alimentos e nutrientes em quantidade e qualidade.

Caprinos e ovinos são consideradas espécies adaptadas às condições ambientais da Caatinga, sendo caracterizados pela habilidade de transformar material fibroso e de baixo valor nutritivo em alimentos nobres de alto valor proteico para o homem (ARAÚJO *et al.*, 2003).

Com o intuito de reduzir os impactos da estacionalidade na produção de alimentos forrageiros e os custos de produção, os habitantes destas regiões, costumam utilizar de plantas nativas, mais resistentes a falta de água, na alimentação animal, para reduzir os custos de produção e manter os rebanhos durante os períodos de escassez de chuva (ABIDI *et al.*, 2009a).

A palma forrageira é uma cactácea utilizadora do metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), que permite acúmulo de água em seus cladódios, que possibilita seu crescimento em condições áridas e semiáridas, sendo usada como principal alimento volumoso por produtores, servindo como fonte de água (ABIDI *et al.*, 2009a; AGUILAR-YANEZ *et al.*, 2011), além disto, estas adaptações fisiológicas, promovem uma maior eficiência fotossintética, tornando a palma uma excelente fonte de energia pelo fato de ser rica em carboidratos facilmente fermentáveis (CATUNDA *et al.*, 2016).

2.2. Aspectos nutricionais e utilização da palma forrageira

Dentre as plantas da caatinga, utilizadas como forrageira, a de uso mais amplo é a palma com suas diversas variedades (MORAES *et al.*, 2012). A palma é uma planta da família *Cactaceae*, xerófita, que por utilizar a via do metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), consegue maior eficiência no uso da água, do que plantas C3 e C4, acumulando em seus tecidos grande quantidade de água (ABIDI *et al.*, 2009b; STINTZING & CARLE, 2004). A produção de biomassa por unidade de água nas crassuláceas é 3 vezes maior que em plantas C4 e 5 vezes maior que em plantas C3; assim, quando fornecida aos animais, a palma, além de saciar a exigência em energia, também atende a necessidade de água dos mesmos (ANDRADE-MONTEMAYOR *et al.*, 2011).

Além de fonte de alimento rico em água, a palma possui outras vantagens de uso, dentre elas, podem ser citadas, a aceitabilidade dos animais, a alta digestibilidade da matéria seca, e o fato deste vegetal ser rico em carboidratos não-fibrosos e

rapidamente fermentáveis (COSTA *et al.*, 2009; BATISTA *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2014).

No Nordeste brasileiro são cultivadas predominantemente duas espécies de palma, a *Opuntia ficus indica* Mill e a *Nopalea cochenillifera* Salm Dick, conhecidas como gigante e Miúda, variedades sem espinhos (ALMEIDA, 2012). Porém, com o intuito de obter clones mais produtivos, de melhor valor nutricional e resistente a doenças, o Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, têm desenvolvido e testado novas variedades (CAVALCANTI *et al.*, 2008). Das variedades testadas pelo IPA, a miúda, orelha-de-elefante e algerian, apresentaram resistência a cochonilha do carmim, principal praga dos palmais brasileiros (CATUNDA *et al.*, 2016).

A variedade miúda já é utilizada na região, entretanto, é mais exigente em fertilidade de solo e sensível a cochonilha de escama (*Diaspis echinocacti*). Já a orelha-de-elefante, introduzida no Nordeste há quatorze anos, é menos exigente em fertilidade do solo, no entanto, apresenta grande quantidade de espinhos, o que pode comprometer sua palatabilidade e dificultar seu manejo como planta forrageira (CAVALCANTI *et al.*, 2008).

A composição dos cladódios da palma é variável e depende de fatores edáficos, do local de cultivo, da estação do ano e da idade da planta, o que acarreta variações consideráveis nos dados publicados (STINTZING & CARLE, 2005).

Em geral, a palma possui elevados teores de água (85 – 94%), carboidratos solúveis (555 g/kg de MS), β -caroteno e cinzas (15 – 25%), baixos teores de proteína bruta (PB) (3 – 12,8%) e fibra em detergente neutro (FDN) (24 – 26%), que se encontram abaixo da exigência mínima para um bom funcionamento do rúmen, provocando efeito laxativo quando utilizada como base na alimentação, tal efeito se dá pela grande quantidade de ácido oxálico contida na palma, em conjunto com o baixo teor de fibra efetiva das dietas (BEN SALEM & SMITH, 2008; BEN SALEM & ABIDI, 2009; ANDRADE-MONTEMAYOR *et al.*, 2011; CORDOVA-TORRES *et al.*, 2015; LINS *et al.*, 2016).

Devido a tais fatores é recomendado o uso da palma em consórcio com alimentos com teor mais elevado de fibra efetiva e FDN, de forma a reduzir os possíveis distúrbios metabólicos ocasionados por uma alimentação rica em CNF (FERREIRA *et al.*, 2011; PITACAS, 2015).

A palma possui altos valores de Ca, K, Fe, Mn e Zn (104 g/kg de MS), além de elevadas quantidades de oxalato de Ca e Mg, sendo que o oxalato de Ca pode estar presente na forma solúvel (0,61 mg/g de MS) ou na forma de cristais (34,5 mg/g de MS), que possuem relação com o metabolismo do Ca e da pectina (McCONN & NAKATA, 2004; STINTZING & CARLE, 2004).

O oxalato quando consumido em grande quantidade pode precipitar como sais de cálcio, causando obstrução de capilares com consequentes danos aos tecidos, particularmente da parede ruminal e dos túbulos renais (JAMES, 1972), causando ruminite e nefrite, respectivamente; Além disto, o efeito laxativo da palma é atribuído a presença em grande quantidade de oxalatos, sendo que, menos de 1% de oxalato, em relação ao peso corporal, é tóxico para ovinos em jejum (BELKNAP & PUGH, 2004). Os oxalatos da palma, por estar em maior quantidade na forma insolúvel, podem não causar intoxicação nos ruminantes, mesmo quando consumidas grandes quantidades deste alimento (BEN SALEM & ABIDI, 2009).

2.2.1. Consumo

O valor nutritivo de um alimento é classificado em três componentes: consumo, digestibilidade e eficiência energética (VAN SOEST, 1994). O consumo voluntário máximo é determinado pela combinação do potencial animal por demanda de energia e capacidade física do trato digestório, proporcionais ao tamanho do animal (MORAES *et al.*, 2012). O consumo é geralmente expresso em kg de matéria seca/dia.

O consumo de matéria seca determina a quantidade de nutrientes disponíveis para manutenção e produção, além de ter importância em evitar o super ou subfornecimento de nutrientes na formulação de dietas, evitando, assim, possíveis distúrbios nutricionais e custos elevados de produção (NRC, 2007). Diversos fatores podem influenciar o consumo, dentre eles, estado fisiológico do animal, composição da dieta, e qualidade e quantidade do alimento oferecido (VOLTOLINI *et al.*, 2009).

A palma é uma forragem muito palatável, que, em geral, propicia altas ingestões de MS; No entanto, devido a diferenças na composição química ou anatômica, como presença de espinhos, pode haver diferença entre espécies no efeito sobre a ingestão da ração (BATISTA *et al.*, 2013). De acordo com Cavalcanti *et al.* (2008), a palma Orelha-de-elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw), apesar de menos exigente para cultivo,

apresenta grande quantidade de espinhos, o que pode vir a comprometer a sua palatabilidade e dificultar seu manejo como planta forrageira.

A palma forrageira é um alimento rico em carboidratos não-fibrosos, com teores semelhantes ao de alguns concentrados, e quando o teor deste é superior a 30 %, ocorre uma redução no consumo (HOOVER, 1986). Porém no estudo de Lins *et al.* (2016), trabalhando com palma em substituição ao farelo de trigo, a ingestão de MS aumentou até o nível de 80% de inclusão.

Ben Salem *et al.* (2010) e Gebremariam *et al.* (2006), encontraram efeito quadrático da inclusão da palma no consumo. Os autores atribuíram a redução no consumo de MS ao alto conteúdo de oxalato e ao alto teor de água da palma. Entretanto, Aguilar-Yáñez *et al.* (2011), comparando palma *in natura* e palma desidratada em substituição ao feno de Tifton, na forma de ração completa, verificou consumos semelhantes de matéria seca. Lins *et al.* (2016), também encontraram efeito quadrático para o consumo de matéria seca, porém estes autores atribuíram tal resultado ao elevado teor de N no rúmen, que afetou a palatabilidade e comprometeu a fermentação ruminal.

Andrade *et al.* (2016), trabalhando com palma fresca e desidratada em substituição ao feno de Tifton, encontrou baixos valores de consumo de matéria seca para as dietas com 74 % de palma fresca (607 g/dia), situação explicada pela possível distensão ruminal, devido a elevada produção de gases, advindos da fermentação da palma.

Cavalcante *et al.* (2008), trabalhando com palmas das variedades orelha-de-elefante mexicana e gigante, comparando as espécies caprina e ovina, encontraram menores consumos quando os animais foram submetidos as dietas com a variedade orelha-de-elefante mexicana. Tal redução no consumo foi explicada pela grande quantidade de espinhos desta variedade, já que a palma gigante possui 1,3 espinhos/raquete, enquanto a orelha-de-elefante mexicana possui 23,7 espinhos/raquete.

2.2.2. Digestibilidade

A digestibilidade é a capacidade dos animais em utilizar os nutrientes do alimento, expresso pelo coeficiente de digestibilidade destes nutrientes (SILVA & LEÃO, 1979). A digestibilidade está correlacionada a qualidade nutricional do alimento, por este motivo rações ricas em carboidratos não-fibrosos (CNF), rapidamente

fermentáveis, tal como a palma, terão um maior coeficiente de digestibilidade e, conseqüentemente, maior consumo (MERTENS, 1994; CARDOSO *et al.*, 2000).

Bispo *et al.* (2007), trabalhando com a palma forrageira substituindo em até 56 % o feno de capim elefante, encontraram um aumento linear (60,55 – 69,57 %) na digestibilidade da MS, fenômeno que pode ser explicado pelo aumento na taxa de digestão ruminal, com conseqüente aumento na taxa de passagem.

As digestibilidades da MS, MO e CHO_t, podem ser influenciadas pelo consumo de alimentos, proporção e degradabilidade da parede celular, composição do alimento e da dieta, preparo dos alimentos, relação proteína:energia, taxa de degradabilidade e fatores inerentes ao animal (McDONALD *et al.*, 1993; VAN SOEST, 1994; ORSKOV, 1998). A melhor forma de oferecer a palma, é na forma de ração completa, assim reduz-se a seletividade dos animais, principalmente dos caprinos (ALMEIDA, 2012).

Cordova-Torres *et al.* (2015), trabalhando com a inclusão de cladódios de palma avaliando a degradabilidade *in vitro*, encontraram aumento na digestibilidade da PB e MO. De acordo com Lins *et al.* (2016), a palma promove aumento do uso do nitrogênio não proteico (NNP) das dietas, o que explica a maior digestibilidade da PB, que é rapidamente solubilizada no rúmen e convertida a amônia.

Vieira (2006), trabalhando com substituição da palma da variedade gigante por feno de Tifton, para caprinos, não encontrou influência das dietas para os coeficientes de digestibilidade, não havendo redução da digestibilidade da fibra, mesmo com o elevado teor de CNF da palma. Tal resultado foi obtido em razão dos carboidratos da palma, serem formados em maior parte por pectina e não amido; A pectina produz menos lactato que o amido, criando melhores condições para a fermentação da fibra, não reduzindo sua digestibilidade (BEN SALEM & ABIDI, 2009).

2.2.3. Parâmetros ruminais

O rúmen é uma câmara fermentativa, rica em microrganismos que fermentam o alimento (substrato), que chega via ingestão pelos animais ruminantes. A população microbiana presente no rúmen sofre influência direta do tipo de alimento ingerido pelo animal e do potencial fermentativo da fibra presente neste alimento (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Segundo Zilio *et al.* (2008), a maioria dos transtornos ruminiais e metabólicos, podem ser detectados através de análises no fluído ruminal. Levando em consideração o baixo teor de fibra efetiva da palma e os casos relatados de distúrbios entéricos em animais alimentados, exclusivamente ou com grandes quantidades deste alimento (BEN SALEM *et al.*, 2010), é necessário avaliar os parâmetros ruminiais com o intuito de detectar formas subclínicas de distúrbios.

A presença de mucopolissacarídeos (mucilagem), na palma, aumenta a viscosidade do fluído ruminal, impedindo aglutinação de bolhas de gás durante a fermentação, causando a distensão ruminal e timpanismo espumoso (SÄENZ *et al.*, 2004), tal distúrbio reduz a absorção dos ácidos graxos de cadeia curta (propionato, butirato e acetato) e promove redução no pH ruminal.

Segundo Van Soest (1994), a degradação da fibra pode ser prejudicada quando o pH cai abaixo de 6,2. Além disto, o aumento da viscosidade da digesta ruminal dificulta a filtração no processo de separação da fração sólida e fluída da digesta ruminal, conseqüentemente, o teor de MS do fluído aumenta (BATISTA *et al.*, 2013).

O nitrogênio amoniacal ruminal é um parâmetro importante, visto que os microrganismos ruminiais o utilizam como fonte de N para a sua síntese proteica (OLIVEIRA *et al.*, 2013). No trabalho de Bispo *et al.* (2007), foi observada uma queda linear do N amoniacal com a inclusão da palma; segundo os autores, a alta digestibilidade e taxa de digestão da palma melhorou o equilíbrio energia:proteína nos tratamentos que continham este ingrediente, resultando em queda da concentração ruminal de nitrogênio, dentro dos padrões de manutenção do funcionamento normal do rúmen.

A adição de palma forrageira à dieta altera a concentração de MS nas frações fibrosa e fluída da digesta ruminal (LIRA, 2013). A matéria seca no conteúdo total e na fração fibrosa diminuiu quando o feno foi substituído pela palma e aumentou no fluído, devido a ao alto teor de umidade da palma, que reduz o teor de MS da dieta, influenciando o teor de MS da digesta ruminal (BATISTA *et al.*, 2013).

Em razão do elevado potencial redutor e ausência de oxigênio, os microrganismos ruminiais reduzem todos os compostos disponíveis para dispor de equivalentes redutores; assim, eles também reduzem o azul de metileno, que em sua forma reduzida fica incolor, sendo possível utilizá-lo para medir o potencial de redução

do fluído ruminal, tal técnica é conhecida como tempo de redução do azul de metileno (TRAM) (VALADARES FILHO & PINA, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2013). Quando a atividade microbiana aumenta, o tempo para descoloração do azul de metileno é baixo, quando a atividade reduz o tempo para sua descoloração aumenta (DIRKSEN, 1981).

O TRAM é um teste diretamente relacionado com a qualidade do alimento ingerido, podendo atingir seis minutos, sendo que em animais recebendo alimentos ricos em carboidratos não-fibrosos, como a palma, este tempo pode ser inferior a um minuto (DIRKSEN *et al.*, 1993).

As avaliações nutricionais de estudos com palma divergem em seus resultados, pela diferença de composição da palma e das dietas, de animais e de delineamentos utilizados, por isto ainda há muito o que se avaliar e estudar sobre a ação nutricional da palma nos ruminantes, bem como o efeito em seus produtos.

2.3. Carboidratos fibrosos e não-fibrosos na alimentação de ruminantes

Os carboidratos são os principais constituintes das plantas forrageiras, correspondendo de 50 a 80 % da MS destas (SILVA & SILVA, 2013); e sua fermentação dá origem a ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) principais precursores de energia para ruminantes (SILVA & NEUMANN, 2012).

Os carboidratos são classificados em estruturais (relacionados a parede celular), e não estruturais (relacionados ao conteúdo celular), entretanto, a pectina, mesmo sendo um componente dos carboidratos estruturais, possui elevada taxa de degradação (NUSSIO *et al.*, 2011); por este motivo a classificação nutricional dos carboidratos proposta por Sniffen *et al.* (1992), os divide em fibrosos (CF) e não-fibroso (CNF). Nesta classificação, os CNF representam as frações degradadas mais rapidamente e incluem os açúcares, amido e a pectina, sendo fontes de energia prontamente disponível, enquanto que, os carboidratos fibrosos (CF) estão presentes na parede celular e incluem a celulose e a hemicelulose, os quais são lentamente degradados e ocupam espaço no trato gastrointestinal (SILVA & SILVA, 2013).

Dos carboidratos não-fibrosos o mais conhecido é o amido, polissacarídeo não estrutural de elevado peso molecular, formado por dois polímeros de glicose, a amilose e a amilopectina, sendo a amilopectina altamente degradável (NUSSIO *et al.*, 2011). Tal

composto, assim como os açúcares solúveis, quando fermentado no rúmen aumenta a produção de ácido láctico, principal causador da acidose ruminal.

A pectina é uma substância parcialmente solúvel em água e completamente solúvel em FDN, formada por polímeros de ácido galacturônico, que fica localizada na lamela média da parede celular vegetal ligada covalentemente com a celulose e a hemicelulose, que apesar de ser um carboidrato estrutural, é rapidamente degradada no rúmen, sendo considerado como carboidrato não-fibroso (VAN SOEST, 1994; WASCHECK *et al.*, 2008).

As substâncias pécticas, diferentemente do amido, quando fermentadas no rúmen produzem acetato (LEIVA *et al.*, 2000), além disto possuem alta capacidade de troca catiônica, o que contribui para manutenção de um ambiente ruminal favorável, semelhante a dietas a base de volumosos (MULLER & PRADO, 2005); tais substâncias também são caracterizadas como formadoras de géis, principalmente quando na presença de cálcio, formando pectato de Ca (VAN SOEST, 1994).

Os CF's quando fermentados no rúmen são responsáveis por uma maior produção de acetato, já os CNF acarretam em grande produção de propionato, pois altos teores de fibra estimulam as bactérias produtoras de acetato, enquanto que alimentos ricos em amido favorecem o crescimento de bactérias produtoras de propionato, reduzindo a relação acetato:propionato, mantendo o acetato como AGCC mais produzido (DIJKSTRA *et al.*, 2005).

Os carboidratos totais também podem ser divididos quanto a taxa de degradação ruminal em: fração A, de alta degradabilidade (açúcares); fração B1, degradação intermediária (amido e pectina); Fração B2, degradação lenta (hemicelulose e celulose - fibra disponível); e fração C, não degradável (fibra indisponível) (SNIFFEN *et al.*, 1992).

Alimentos volumosos, com altos teores de FDN, possuem maior proporção da fração B2, fibra potencialmente digestível; assim dietas à base destes favorecem o crescimento de microrganismos que utilizam CF's. Neste caso, a utilização de nitrogênio não-protéico (NNP) ou de fontes protéicas de lenta degradação no rúmen é desejável (CABRAL, 1999), pois os microrganismos que degradam a fibra utilizam, como única fonte de nitrogênio, a amônia e como a fibra é lentamente degradada, o uso

de fontes protéicas de baixa degradação permite melhor sincronismo de uso dos carboidratos e proteínas (SANTOS, 2008).

O balanceamento dos carboidratos dietéticos deve considerar a fração destes de degradação lenta e que ocupa espaço no rúmen e a fração de carboidratos com alta velocidade de degradação. Para ruminantes deve-se ter um mínimo de fibra na ração para se manter uma boa fermentação ruminal, sendo fundamental que parte desta fibra venha de alimentos volumosos (NRC, 2001).

Dietas com maior proporção de volumoso, ricas em fibra (FDN), possuem uma baixa taxa de degradação e lenta taxa de passagem, resultando em redução na ingestão de MS, devido ao enchimento retículo-rúmen, já dietas ricas em CNF, são mais digestíveis, podendo estimular o consumo, pela elevação da taxa de passagem, e estão associadas a redução do pH ruminal (ALVES *et al.*, 2016).

Além das características físicas e químicas da fibra, a interação com outros nutrientes pode influenciar seu uso pelas bactérias ruminais (ALVES *et al.*, 2016). De acordo com o NRC (2001), dietas com teor de PB inferior a 7%, possuem baixa disponibilidade de nitrogênio, reduzindo a digestão da fibra, pela diminuição da população de bactérias fibrolíticas.

O feno de Buffel é um alimento rico em carboidratos fibrosos, e sua substituição por elevados níveis de palma forrageira, acarreta em substituição de CF por CNF, gerando mudanças no ambiente ruminal, bem como no metabolismo dos componentes produzidos, sendo necessário o estudo destas mudanças e do nível ideal destes nutrientes na dieta para ruminantes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do experimento

O experimento foi desenvolvido na Unidade de Pesquisas de Pequenos Ruminantes, pertencente à Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, no município de Areia - PB, no período de maio a julho de 2016.

O município de Areia está localizado na microrregião do Brejo Paraibano, com latitude 6°58'12''s, longitude 35°45'15''w e uma altitude de 575m. De acordo com a classificação climática de Gaussem, o bioclima predominante na área é o 3dth Nordeste sub-seco, com precipitação pluviométrica média anual de 1400 mm. A temperatura média oscila entre 21 e 26 °C, com variações mensais mínimas.

3.2. Animais utilizados e dietas experimentais

Na execução do experimento foram utilizados dez animais, sendo cinco caprinos sem padrão racial definido (SPRD) e cinco ovinos da raça Santa Inês, adultos, castrados e canulados no rúmen, pesando em torno de $40,9 \pm 8,4$ Kg e $61,5 \pm 9,5$ Kg, respectivamente. Cada animal foi tratado contra endo e ectoparasitas; em seguida, permaneceram alojados em baias individuais com piso de cimento, providas de comedouro e bebedouro individuais, para fornecimento da dieta total e água *ad libitum*.

O experimento teve duração de 70 dias, sendo composto por cinco períodos de 14 dias, dos quais, os primeiros 7 dias de cada período foram utilizados para adaptação dos animais às dietas experimentais e os 7 dias seguintes destinados à colheita de dados.

Os animais foram alimentados com cinco dietas. No tratamento controle foi utilizado como volumoso, exclusivamente, feno de Buffel; nos demais tratamentos utilizou-se a palma orelha-de-elefante mexicana em substituição ao feno de Buffel. A palma utilizada foi obtida da cidade de Cubati-PB, e com idade aproximada de dois anos e meio.

Os tratamentos consistiram de níveis crescentes da palma no volumoso em substituição ao feno de Buffel nas proporções de 0; 20; 40; 60 e 80 %.

As dietas eram compostas por feno, palma Orelha-de-elefante Mexicana, como volumoso, e concentrado, na proporção de 65:35 com base na MS. As mesmas foram

formuladas para serem isoproteicas e para atender as exigências dos animais, segundo o NRC (2007). A composição química dos ingredientes é apresentada na Tabela 1 e a participação dos ingredientes e a composição química das rações experimentais encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das rações experimentais

Variável	Ingredientes			
	Milho moído	Farelo de soja	Palma	Feno de Buffel
Matéria seca ¹	879,1	885,7	130,5	936,2
Matéria orgânica ²	987,5	938,8	844,3	936,7
Matéria mineral ²	12,5	61,2	155,7	63,3
Proteína bruta ²	88,0	493,4	50,1	65,7
Extrato etéreo ²	52,1	21,4	14,6	13,3
FDNcp ²	198,9	152,5	230,5	651,6
Carboidratos não-fibrosos ²	648,6	271,6	549,0	206,2
Carboidratos totais ²	847,4	424,1	779,5	857,8

¹g/kg de matéria natural, ²g/kg de matéria seca.

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

Ingredientes (g/kg MS)	Níveis de palma no volumoso (% de MS)				
	0	20	40	60	80
Milho moído	199,9	172,7	173,4	175,2	177,0
Farelo de soja	132,0	166,6	168,3	170,0	170,7
Feno de buffel	649,8	525,1	397,8	267,9	135,3
Palma orelha	0,0	121,2	244,9	371,2	500,0
Ureia	7,4	3,7	4,7	4,8	5,8
Sulfato de amônio	0,8	0,4	0,5	0,5	0,6
Sal mineral	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5
				Composição	
MS ¹	918,4	529,4	369,7	282,7	227,9
MO ²	937,4	924,9	913,4	901,7	889,7
MM ²	61,8	74,6	86,1	97,7	109,6
PB ²	147,2	149,0	150,6	149,5	150,8
EE ²	21,9	21,3	21,5	21,7	22,0
FDNcp ²	483,3	429,8	375,8	320,9	264,7
CNF ²	285,9	325,2	366,0	410,1	453,0
CHOT ²	769,2	755,1	741,8	731,0	717,6

¹g/kg de matéria natural, ²g/kg de matéria seca.

A alimentação era realizada duas vezes ao dia, às 8 (60%) e às 16 horas (40%) na forma de ração completa. As sobras foram pesadas diariamente e o ofertado ajustado em função do consumo do dia anterior, permitindo sobras de 20%. A água esteve permanentemente a disposição dos animais e seu consumo foi mensurado durante os 4 primeiros dias do período de coletas.

3.3. Determinação do consumo

Os dados para consumo de MS foram obtidos através dos registros do alimento oferecido e das sobras e da coleta de amostras da dieta e sobras, realizada durante os três primeiros dias do período de coletas. Foram retiradas amostras de 20 % das sobras. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos com as devidas identificações dos animais, tratamentos e período, e em seguida congeladas a -15°C .

O consumo de MS foi estimado por meio da diferença entre o total de MS contido nos alimentos ofertados e o total de MS contido nas sobras. Para a determinação da dieta efetivamente consumida pelos animais utilizou-se o seguinte cálculo:

$$\text{Matéria seca efetivamente consumida} = (\text{CMS (kg)} / \text{CMN (kg)}) * 100;$$

Consumo efetivo de cada entidade nutricional = consumo da entidade nutricional (kg) / CMS (kg).

Em que, o CMN corresponde ao consumo de matéria natural.

Para se obter o consumo de água, mensurou-se a sobra diária de água através de pesagem. As quantidades de água ofertada e da sobra eram medidas individualmente e devidamente anotadas. A evaporação diária também foi avaliada utilizando-se dois baldes com mesma quantidade de água distribuídos no galpão experimental. Ao final do período de coletas, a média do consumo dos 4 dias foi calculado e descontado o valor médio da evaporação durante o mesmo período, obtendo-se assim o valor do consumo de água para o período.

3.4. Determinação do coeficiente de digestibilidade aparente

Para o ensaio de digestibilidade aparente foi realizada a coleta total de fezes por um período de 72 horas. Sendo que ao final de cada 12 horas, fazia-se o esvaziamento das bolsas coletoras para serem pré-secas e moídas.

Durante o período do ensaio de digestibilidade aparente (1° ao 3° dia de coleta) realizou-se coletas dos ingredientes que compunha as dietas experimentais, sobras e fezes, as quais foram amostradas em 20%, identificadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, e misturadas, para constituir uma amostra composta (homogeneizada e, em seguida, retirada uma alíquota de 10%, moída em moinho de facas, tipo Willey, usando peneira com crivo de 1 mm) para posteriores análises laboratoriais.

O cálculo do coeficiente de digestibilidade aparente foi realizado com base na seguinte fórmula:

$$\text{CD do nutriente (\%)} = \frac{\text{Consumo do nutriente (kg)} - \text{Nutriente nas fezes (kg)}}{\text{Consumo do nutriente (kg)}} * 100$$

3.5. Determinação dos parâmetros ruminais

Do 8° ao 10° dia de cada período experimental, amostras de líquido de rúmen (\pm 100 mL) foram tomadas manualmente de quatro pontos distintos, na região ventral do rúmen, posteriormente à homogeneização do conteúdo ruminal. A primeira amostra foi retirada antes da oferta de alimento (8 horas) e as amostras subsequentes obedeceram aos seguintes horários: 2; 4; 6 e 8 horas após alimentação. A digesta foi filtrada em quatro camadas de fraldas de algodão, em seguida a parte sólida foi devolvida ao rúmen, e imediatamente o líquido foi homogeneizado e o pH mensurado através de leitura direta com potenciômetro digital (Handylab 1 - SCHOTT).

Após mensuração do pH, uma alíquota de 20 mL foi acondicionada em frasco contendo 2 mL de ácido metafosfórico (20%) e armazenados a -20 °C, para posterior determinação dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC); em outro frasco foram armazenados 20 mL de líquido sem ácido para mensuração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃). Para determinação de N-NH₃, no momento da análise, as amostras foram descongeladas, acrescentadas de ácido tricloacético e centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos, conforme técnica descrita pelo Detmann (2012).

Para a quantificação de AGCC, as amostras foram descongeladas a temperatura ambiente e centrifugadas a 13.000 x g durante 20 minutos. As leituras das amostras foram realizadas em um Cromatógrafo Líquido de Alto Desempenho (HPLC), marca SHIMADZU, modelo SPD-10A VP acoplado ao Detector Ultravioleta (UV), utilizando-se um comprimento de ondas de 210 nm. Coluna: HPX-87H; Marca: BIORAD;

Medida: 30 cm x 4.5 mm de diâmetro; Fluxo na Coluna de 0,8 ml/minuto; Pressão na Coluna: 70 Kgf; Fase Móvel: Água em 0,05 MM de Ácido Sulfúrico; Volume Injetado: 20 μ l.

Para o cálculo do conteúdo ruminal total e da densidade da digesta foi utilizada a técnica do esvaziamento total do rúmen antes e 4 horas após a alimentação. Após o esvaziamento total do rúmen dos animais, pesou-se a digesta total, e coletou-se 1L para obtenção da densidade da digesta. Posteriormente este material foi filtrado em 4 camadas de fralda de algodão, separando-se o fluído do sólido. 80 mL do fluído foi colocado em uma proveta de 100 mL, sendo utilizado para obtenção do valor de espuma produzida. A densidade foi obtida pela seguinte fórmula: $D = M/V$, onde D é a densidade da digesta ou líquido, M a massa dada em Kg e V o volume dado em L.

Amostras da digesta, da fração sólida e da fração fluída foram coletadas para realização das análises de MS (*método 934.01*) e PB (*método 954.01*), de acordo com a AOAC (1997). A taxa de renovação alimentar da MS (h) aparente foi calculada a partir da relação entre o conteúdo ruminal (Q, kg de MS) e consumo de alimento (F, kg de MS/h) onde: $T (h) = Q/F$ (CANNAS et al., 2003).

A determinação do potencial redox foi realizada, adicionando-se 1 mL de azul de metileno a 0,03% em tubos de ensaio, onde se colocava 20 mL de líquido ruminal recém-colhido e, em seguida, registrava-se o tempo, até a completa descoloração da amostra ruminal, a qual era comparada com uma amostra padrão de fluído ruminal, de acordo com a recomendação descrita por Dirksen & Smith (1987).

3.6. Análises bromatológicas

As amostras de ingredientes, sobras e fezes, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, e homogeneizadas, para constituir uma amostra composta, sendo retirada uma alíquota de 20% e moídas em moinho de facas, tipo Willey, usando peneira com crivo de 1 mm, para análises bromatológicas e 2 mm para fezes.

Os ingredientes, as sobras e as fezes foram analisados de acordo com a *Association of Official Analytical Chemists* – AOAC (1997), para matéria seca (MS) (*método 934.01*), proteína bruta (PB) (*método 954.01*), extrato etéreo (EE) (*método 920.39*) e matéria mineral (MM) (*método 942.05*). A determinação da fibra em

detergente neutro (FDN) foi realizada de acordo com metodologia proposta por Van Soest *et al.* (1991), utilizando o analisador de fibra da ANKOM (ANKOM200 *Fibre Analyzer* – ANKOM *Technology Corporation, Fairport, NY, EUA*). Em todas as amostras, a FDN foi corrigida para cinzas e proteína, os resíduos da digestão em detergente neutro foram incinerados em mufla a 600 °C por 2 horas, e a correção para proteína foi efetuada mediante proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN).

Para a estimativa dos carboidratos totais (CHOt) e carboidratos não-fibrosos (CNF) foram empregadas as equações preconizadas por Sniffen *et al.* (1992), sendo a FDN corrigida para cinzas (c) e proteínas (p) (FDNcp):

$$\text{CHOt} = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$$

$$\text{CNF} = 100 - [(\%PB + \%FDNcp + \%EE + \%MM)]$$

O valor energético das dietas (NDT) foi obtido através dos dados da digestibilidade aparente, observados no experimento e calculado segundo Weiss (1999):

$$\text{CNDT} = (\text{PB ingerida} - \text{PB fecal}) + 2,25 * (\text{EE ingerido} - \text{EE fecal}) + (\text{FDNcp ingerido} - \text{FDNcp fecal}) + (\text{CNF ingerido} - \text{CNF fecal});$$

$$\% \text{NDT} = (\text{Consumo de NDT} / \text{Consumo de MS}) * 100$$

3.7. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino duplo (5x5), com cinco tratamentos, cinco períodos e cinco animais, e duas espécies, sendo cada quadrado constituído por uma espécie animal.

Para obtenção das diferenças entre as dietas experimentais, os dados foram compilados em planilhas eletrônicas e submetidos a análise de variância (ANOVA) e regressão, através do procedimento GLM e REG do pacote estatístico do SAS versão 9.8 (SAS, 2017), com nível de 5% de probabilidade, sendo utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + L_i + C_i + \varepsilon_{ij}$$

Onde;

Y_{ij} = Observação no animal j , submetida ao tratamento i , com $i, j = 1, 2, 3, \dots$

μ = efeito geral da média;

T_i = efeito do tratamento i , sendo $i = 1, 2, 3, 4$ ou 5 ;

L_i = efeito da linha i , sendo $i = 1, 2, 3, 4$ ou 5 ;

C_i = efeito da coluna i , sendo $i = 1, 2, 3, 4$ ou 5 e;

ε_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dieta efetivamente consumida (Tabelas 3 e 4) foi influenciada pelos níveis de palma para todos os nutrientes avaliados ($p < 0,05$), com exceção do extrato etéreo (EE), não tendo havido efeito para da espécie ($p > 0,05$).

A MS, a MO, a PB, FDN e CHOt das dietas efetivamente consumidas reduziram com o aumento no nível de palma, enquanto que os teores de MM e CNF aumentaram (Tabela 4) ($p < 0,05$). A palma forrageira é rica em minerais e carboidratos solúveis, e pobre em FDN e PB, assim o aumento da palma nas dietas promoveu os resultados encontrados.

A composição da dieta efetivamente consumida (Tabela 3), foi semelhante a composição da dieta formulada (Tabela 2), mostrando inexistência de seleção pelos animais, independente da espécie estudada, sinal de uma boa mistura dos componentes da ração.

O consumo de água apresentou efeito da interação entre dieta e espécie (Tabela 5 e Figura 1) ($p < 0,05$), onde para os níveis de 0 e 20 % de substituição do feno pela palma, ocorreu maior consumo pela espécie caprina (2129,20 e 1243,86 mL) em relação a ovina (1518,60 e 822,02 mL). Os caprinos são conhecidos por ser em uma espécie mais resistente a condição semiárida, apresentando menor consumo de água que os ovinos, representação divergente da encontrada neste trabalho. Levando em consideração que o consumo de água é dependente da idade e estado fisiológico dos animais, talvez estas fontes de variação tenham influenciado o resultado.

O consumo de água também foi influenciado apenas pela dieta ($p < 0,05$) (Tabela 5 e 6), reduzindo com o acréscimo de palma na alimentação, o que pode ser explicado pelo elevado teor de umidade da palma, que aumenta a ingestão de água advinda dos alimentos. Resultado semelhante foi encontrado por Ben Salem et al. (2010), usando níveis de suplementação da palma (0, 150, 300, 450 e 600 g/kg de MS) na alimentação de ovinos, que observaram redução no consumo (de 2,42 para 0,11 L/dia), onde alguns animais pararam de ingerir água de bebida.

Tabela 3 - Composição das dietas efetivamente consumidas por ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais

Variáveis (g/kg)	Espécie										EPM	P-valor		
	Ovina					Caprina						Dieta	Esp.	D x E
	Níveis de palma no volumoso (% MS)					Níveis de palma no volumoso (% MS)								
0	20	40	60	80	0	20	40	60	80					
MS	942,60	478,40	357,80	282,90	250,60	958,10	500,30	334,60	273,60	227,10	0,057	<,0001	0,524	0,196
MO	938,99	921,32	911,64	899,38	886,62	939,12	923,29	908,71	897,19	884,99	0,048	<,0001	0,360	0,566
MM	61,00	78,77	88,35	100,61	113,37	60,87	76,70	91,28	102,80	115,00	0,048	<,0001	0,360	0,566
PB	154,87	159,96	148,08	143,27	135,29	168,52	153,78	157,06	148,14	130,28	0,140	<,0001	0,274	0,176
EE	22,74	22,70	23,23	24,04	22,90	24,05	22,68	23,93	24,77	23,65	0,019	0,1271	0,092	0,887
FDNcp	470,53	387,88	357,49	287,18	256,45	440,00	400,58	331,17	292,15	256,48	0,349	<,0001	0,290	0,248
CNF	290,84	350,77	382,83	448,87	471,91	306,54	346,23	396,53	432,12	474,57	0,259	<,0001	0,587	0,397
CHOt	761,37	738,65	740,32	732,06	728,37	746,54	746,81	727,71	724,27	731,05	0,144	<,0001	0,116	0,108

MS (matéria seca); MO (matéria orgânica); MM (matéria mineral); PB (proteína bruta); EE (extrato etéreo); FDN (fibra em detergente neutro); CNF (carboidratos não-fibrosos); CHOt (carboidratos totais). P<0,05.

Tabela 4 - Análise de regressão da composição das dietas efetivamente consumidas por ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais

Variáveis	Espécie				Eq. de regressão		R ²	
	Ovina		Caprina		Ovina	Caprina	Ovina	Caprina
	P - valor							
	Linear	Quadrático	Linear	Quadrático				
MS	<.0001	0,0875	<.0001	0,1243	$Y = 778,36 - 7,8975x$	$Y = 796,48 - 8,4435x$	0,7824	0,8046
MO	<.0001	0,2150	<.0001	0,1075	$Y = 936,93 - 0,6334x$	$Y = 937,53 - 0,6718x$	0,9918	0,9914
MM	<.0001	0,2150	<.0001	0,1075	$Y = 63,104 + 0,6329x$	$Y = 62,458 + 0,6718x$	0,9914	0,9954
PB	0,0006	0,2634	<.0001	0,3167	$Y = 159,46 - 0,2793x$	$Y = 167,98 - 0,4106x$	0,8346	0,8565
FDNcp	<.0001	0,1360	<.0001	0,4063	$Y = 457,68 - 2,6443x$	$Y = 439,17 - 2,3774x$	0,9746	0,9859
CNF	<.0001	0,2548	<.0001	0,7841	$Y = 297 + 2,3012x$	$Y = 306,81 + 2,1098x$	0,9809	0,9978
CHOt	<.0001	0,1132	0,0030	0,1346	$Y = 754,67 - 0,363x$	$Y = 745,98 - 0,2676x$	0,8023	0,6280

MS (matéria seca); MO (matéria orgânica); MM (matéria mineral); PB (proteína bruta); EE (extrato etéreo); FDN (fibra em detergente neutro); CNF (carboidratos não-fibrosos); CHOt (carboidratos totais). P<0,05.

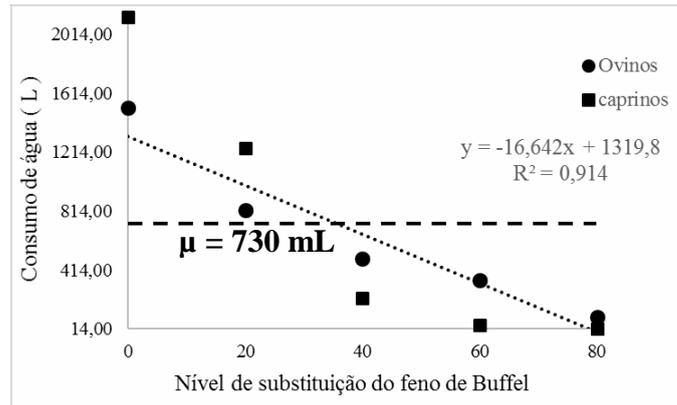


Figura 1 - Interação dieta x espécie para a variável consumo de água. (P-valor de interação para os níveis de substituição: 0 = 0,0007; 20 = 0,0209; 40 = 0,0929; 60 = 0,0600; e 80 % = 0,6504. $p < 0,05$).

O consumo de todos os nutrientes foi influenciado pela espécie, com exceção para o CMS em % do PC e g/kg de PM (Tabela 5) ($p < 0,05$). Os ovinos ingeriram maior quantidade de nutrientes em relação aos caprinos (g/kg de MS), fato que ocorreu devido aos ovinos terem maior peso corporal que os caprinos, podendo ser confirmado pela ausência de diferença significativa quando o CMS foi avaliado em relação ao peso corporal e metabólico dos animais.

Os consumos de matéria mineral (MM) e carboidratos não-fibrosos (CNF), aumentaram, 118,44 g e 452,66 g, respectivamente, para a espécie ovina com a elevação do nível de substituição, não havendo efeito significativo destas variáveis para a espécie caprina ($p < 0,05$) (Tabela 6). Já o consumo de FDNcp reduziu para os ovinos (155,48 g), e caprinos (228,12 g). A palma possui elevados teores de CNF e minerais e baixos de fibra em detergente neutro, assim o aumento da substituição do buffel pela palma orelha-de-elefante mexicana, influenciou a proporção destes na dieta (Tabela 2 e Tabela 3), favorecendo o maior consumo pelos ovinos, no caso dos CNF e da MM, e a redução no consumo de FDNcp, para as duas espécies.

Tabela 5 - Consumo de nutrientes por ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais

Consumo	Espécie										EPM	P-valor		
	Ovina					Caprina						Dieta	Esp.	D x E
	Níveis de palma no volumoso (% MS)					Níveis de palma no volumoso (% MS)								
	0	20	40	60	80	0	20	40	60	80				
Água (mL)	1518,60	822,02	493,33	342,93	93,96	2129,20	1243,86	223,03	37,86	16,06	34,400	<,0001	0,299	0,001
MS (g/dia)	1252,11	1487,35	1759,78	1643,86	1748,19	946,96	1211,51	1185,63	1159,93	839,45	4,737	0,3134	<,0001	0,3034
(% PC)	1,95	2,45	2,76	2,72	2,93	2,14	2,77	2,68	2,75	2,37	0,069	0,0974	0,4293	0,1623
(g/kg PC ^{0,75})	55,21	68,27	78,03	75,74	81,42	55,06	71,01	68,94	69,99	57,74	1,942	0,1341	0,0324	0,1761
Consumo de Nutrientes (g de MS/dia)														
MO	1175,50	1370,87	1603,89	1478,60	1549,69	889,24	1118,79	1076,87	1039,21	742,77	42,705	0,3583	<,0001	0,3366
MM	76,61	116,47	155,88	165,25	198,50	57,71	92,72	108,75	120,72	96,68	4,561	0,0026	<,0001	0,1024
PB	194,69	236,44	262,01	235,39	237,25	158,78	185,57	185,56	171,23	112,89	6,703	0,3042	<,0001	0,3955
EE	28,57	33,63	41,24	39,62	40,11	22,66	27,28	28,30	29,30	20,02	1,161	0,2899	0,0002	0,3493
FDN	587,19	582,49	624,78	470,90	448,63	418,79	490,18	387,61	331,36	213,04	17,084	0,0168	<,0001	0,7699
CHOt	952,24	1100,79	1300,63	1203,59	1272,31	707,80	905,91	838,69	838,69	609,85	35,095	0,3651	<,0001	0,3246
CNF	365,05	518,30	675,84	732,69	823,68	289,00	415,73	475,73	475,20	507,33	18,892	0,0077	<,0001	0,0939
NDT	845,90	1064,90	1336,5	1289,3	1357,3	679,3	907,4	865,1	843,6	642,3	36,7	0,1273	0,0011	0,1074

MS (matéria seca); MO (matéria orgânica); MM (matéria mineral); PB (proteína bruta); EE (extrato etéreo); FDN (fibra em detergente neutro); CNF (carboidratos não-fibrosos); CHOt (carboidratos totais); PC (peso corporal); PV^{0,75} (peso corporal metabólico). P<0,05.

Tabela 6 - Análise de regressão do consumo de nutrientes por ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais

Consumo	Espécie				Eq. de regressão		R ²	
	Ovina		Caprina		Ovina	Caprina	Ovi.	Cap.
	P - valor							
	L	Q	L	Q				
Água	<.0001	<.0001	<.0001	0,0235	Y = 1319,8 – 16,642x	Y = 1816 – 27,161x	0,91	0,85
MM	<.0001	0,3986	0,3444	0,1251	Y = 83,91 + 1,4806x	ns	0,97	ns
FDN	0,0399	0,2569	0,0123	0,1370	Y = 620,54 – 1,9436x	Y = 482,26 – 2,8516x	0,63	0,78
CNF	<.0001	0,3018	0,5906	0,1504	Y = 396,78 + 5,6583x	ns	0,80	ns

MS (matéria seca); MO (matéria orgânica); MM (matéria mineral); PB (proteína bruta); EE (extrato etéreo); FDN (fibra em detergente neutro); CNF (carboidratos não-fibrosos); CHOt (carboidratos totais). P<0,05.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes (Tabela 7) não foram influenciados pelas dietas experimentais ($p>0,05$), resultado semelhante ao encontrado por Vieira (2006), que substituindo a palma cv. gigante por feno de Tifton, para caprinos, até o nível de 45 %, não encontrou efeito sobre as digestibilidades da MS, MO, PB, FDN e CNF, com valores de 70,59, 73,65, 78,86, 55,34 e 90,42 %, respectivamente, sendo estes semelhantes aos encontrados neste trabalho. A pouca variação na composição das dietas e no consumo da maioria dos nutrientes pode ter acarretado na ausência de significância nos resultados encontrados.

Tabela 7 - Coeficiente de digestibilidade aparente de ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais

Digestibilidade aparente (g/kg)	Espécie										EPM	P-valor		
	Ovina					Caprina						Dieta	Esp.	D x E
	Níveis de palma no volumoso (% MS)					Níveis de palma no volumoso (% MS)								
	0	20	40	60	80	0	20	40	60	80				
MS ¹	678,2	730,9	779,8	808,0	823,1	715,6	764,9	766,4	788,3	811,9	0,908	0,192	0,255	0,468
MO ²	700,8	749,0	796,0	827,2	844,1	733,7	779,1	781,3	803,9	830,8	0,871	0,178	0,320	0,441
PB ²	791,6	837,6	845,7	846,8	841,0	835,8	842,2	842,4	835,7	838,1	0,687	0,982	0,296	0,401
EE ²	763,7	802,1	842,3	843,5	835,8	797,9	805,6	832,8	834,3	850,3	0,817	0,503	0,352	0,828
FDN _{cp} ²	590,8	619,0	677,9	707,7	715,3	616,2	663,1	618,1	655,2	696,5	1,461	0,845	0,683	0,624
CNF ²	822,1	846,0	881,7	895,7	912,6	836,4	873,0	888,3	895,7	898,0	0,575	0,181	0,146	0,566
CHOt ²	680,0	728,1	784,2	823,1	843,0	708,6	763,1	768,5	800,0	828,5	0,908	0,081	0,310	0,480

MS (matéria seca); MO (matéria orgânica); PB (proteína bruta); EE (extrato etéreo); FDN (fibra em detergente neutro); CHOt (carboidratos totais); CNF (carboidratos não-fibrosos. p<0,05. ¹g/kg de matéria natural, ²g/kg de matéria seca.

Houve efeito de interação dieta x espécie para o conteúdo total (% PC) (Tabela 8 e Figura 2), onde as 2 espécies divergiram no tratamento com 60 % de substituição do feno de buffel por palma ($p < 0,05$), apresentando menores valores para ovinos (0 h = 6,76; e 4 h = 8,38 %PV), em relação aos caprinos (0 h = 9,91; e 4 h = 15,03 % PC). A espécie ovina apresentou maior consumo de carboidratos não-fibrosos (732,6 g/dia), comparado aos caprinos (475,2 g/dia); tais carboidratos são rapidamente fermentáveis no rúmen, sendo degradados, reduzindo o seu conteúdo (NUSSIO *et al.*, 2011).

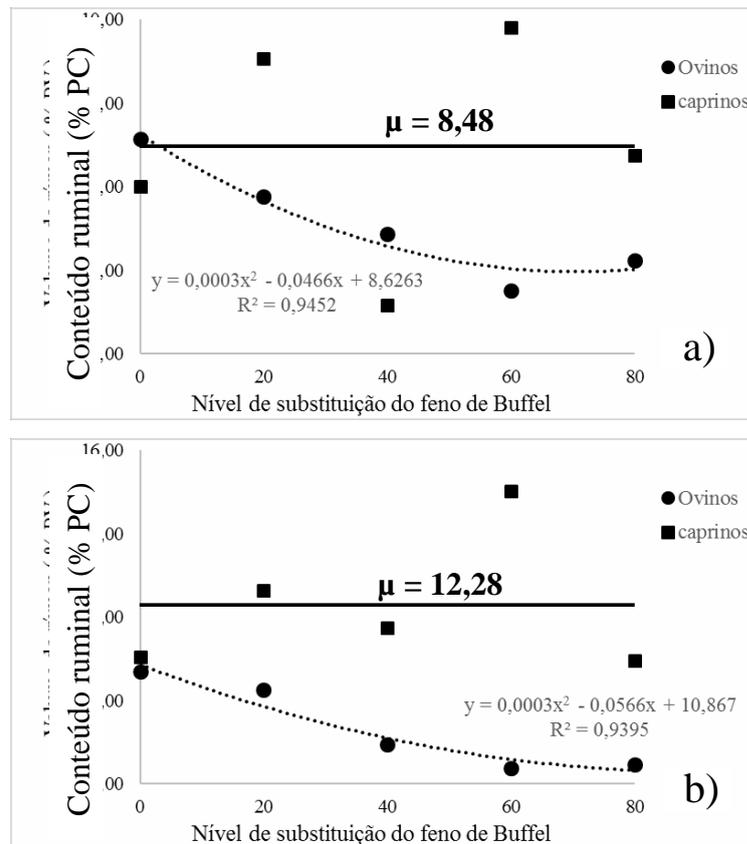


Figura 2 - Interação dieta x espécie para a variável conteúdo ruminal (% PV) às 0 horas (a) e às 4 horas (b). (P-valor de interação para os níveis de substituição: 0 = 0,9294; 20 = 0,0642; 40 = 0,3716; 60 = <.0001; e 80 = 0,0839. $p < 0,05$).

A densidade da digesta foi menor antes do fornecimento de alimento (0 horas), para os ovinos, com o aumento da substituição do feno por palma, porém não foi influenciada para a espécie caprina (Tabelas 8 e 9). Já após a alimentação (4 horas), tanto ovinos quanto caprinos tiveram a densidade da digesta reduzida com o aumento da substituição do feno pela palma.

A densidade da digesta pode ser influenciada tanto pela massa (g) do conteúdo ruminal, quanto pelo volume (cm³), porém como o volume de avaliação foi mantido o mesmo, a redução da densidade ocorreu em função da redução da massa presente no espaço de 1 L, tal redução de massa pode ter ocorrido por redução no conteúdo ruminal (% PC), advinda da maior degradação da dieta fornecida, como também pode ser explicada pela maior produção de gases e formação de espuma, advinda da rápida digestão da MS associada a presença de mucilagem (CAVALCANTI *et al.*, 2008).

O tempo de reação do azul de metileno (TRAM), aumentou com a presença da palma nas dietas para a espécie ovina, tanto as 0 quanto as 4 horas; e as 4 horas para os caprinos, havendo diferença de efeito entre as espécies (Tabelas 8 e 9) ($p < 0,05$). Este aumento ocorreu devido a presença da mucilagem da palma, que dificulta o acesso dos microrganismos aos substratos, devido à redução na densidade da digesta.

Apesar do aumento no TRAM, todos os valores estão dentro da normalidade, pois de acordo com Radostits *et al.* (2002), ocorre a atividade normal dos microrganismos ruminais em um tempo de reação variando de 3 a 6 minutos; porém, tal resultado não era esperado, levando em consideração que a palma possui alto teor de carboidratos não-fibrosos, o que justificaria a redução do TRAM. Lira (2013), trabalhando com 56 % de palma e níveis de ureia na dieta de ovinos, não encontrou diferença para o TRAM, obtendo média de 1,6 min., porém a palma utilizada foi a *Nopalea Cochellinifera* Salm Dick, cv. Miúda, onde as dietas tiveram menor teor de MS (15,24 a 13,81 %) que a dieta utilizada neste experimento (91,84 a 22,7 %).

A produção de espuma aumentou com os níveis de substituição de feno de Buffel por palma, às 0 e 4 horas para ovinos, e apenas às 0 horas para caprinos (Tabelas 8 e 9) ($p < 0,05$). Possivelmente, este fato pode ter ocorrido devido a palma ser rica em mucopolissacarídeos (mucilagem), que promove aumento na viscosidade do fluido ruminal, impedindo a coalescência (união), das bolhas de gás durante a fermentação, formando assim espuma (SÄENZ *et al.*, 2004). Outra explicação é que a liberação rápida de proteína e carboidratos solúveis contidos nos alimentos, promove a formação de um consórcio digestivo microbiano com o aspecto de gel (biofilme), que captura os gases produzidos no rúmen, gerando espuma (PINCHAK *et al.*, 2005).

Santos (2008), trabalhando com 74 % de palma na dieta de ovinos, encontrou resultados que corroboram com os dados desta pesquisa, onde houve maior produção de

espuma para ovinos que receberam casca de soja em conjunto com a palma (2,67 mm), em comparação aos que receberam feno de Tifton em suas dietas (1,00 mm).

O tempo de renovação da matéria seca (TRMS) sofreu efeito de interação dieta e espécie (Tabela 8 e Figura 3); tal variável é influenciada pelo consumo, digestibilidade e taxa de passagem (VAN SOEST, 1994), como não houve significância na digestibilidade, o resultado encontrado deve estar relacionado aos dados de consumo.

A interação ocorreu para os níveis de 0 e 80 % de substituição, onde o nível 0% de substituição para a espécie caprina apresentou menor TRMS (8,36 h) em comparação aos ovinos (12,91 h); e para 80% o inverso foi observado (14,97 e 7,53 h, para caprinos e ovinos, respectivamente).

A densidade e o tamanho de partícula respondem 2/3 da variação no tempo médio de retenção da partícula (ALLEN, 1997). Assim, para os ovinos, a densidade da digesta pode explicar o resultado encontrado, já que para 0 % de inclusão houve uma maior densidade de partícula resultando em maior TRMS, enquanto que com 80 % de substituição do feno pela palma observou-se redução da densidade, o que explicaria os baixos valores desta variável.

Quanto aos caprinos, o TRMS pode ter sido influenciada pelo consumo. Esta espécie consumiu menos MS, FDN e CNF (g/dia), em relação aos ovinos, o que poderia ocasionar menor TRMS com 0% de palma, já para 80 % de substituição, a ação da mucilagem poderia justificar o valor encontrado, já que o acréscimo desta nas dietas, reduz a densidade da digesta, aumentando o tempo de retenção no rúmen (ANDRADE *et al.*, 2016).

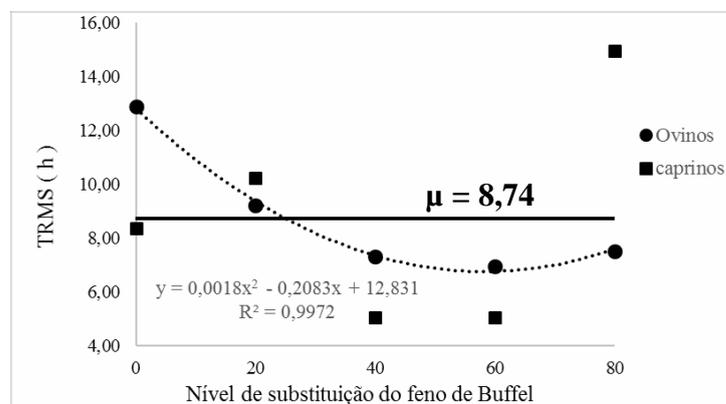


Figura 3 - Interação dieta x espécie para a variável taxa de renovação da matéria seca (TRMS) (h). (P-valor de interação para os níveis de substituição: 0 = 0,0100; 20 = 0,5150; 40 = 0,1583; 60 = 0,3485; e 80 % = 0,0002. $p < 0,05$).

A taxa de desaparecimento da matéria seca (TDMS), também sofreu influência da interação dieta x espécie para o nível de 80 % de substituição (Tabela 8 e Figura 4) ($p < 0,05$); sendo maior o valor para ovinos (15 %/h) em comparação com caprinos (7 %/h).

O TRMS é correlacionado negativamente com a TDMS, quanto maior o TRMS, menor será a TDMS. A taxa de desaparecimento da matéria seca indica o quanto de matéria seca desaparece do rúmen, seja por degradação pelos microrganismos ruminais, ou pela passagem para o resto do trato gastrointestinal, por este motivo ela também é influenciada pela digestibilidade, consumo, tamanho de partícula e densidade, assim a interação, provavelmente, resultado do aumento da densidade da digesta, sendo seu efeito explicado de forma semelhante aos resultados de TRMS.

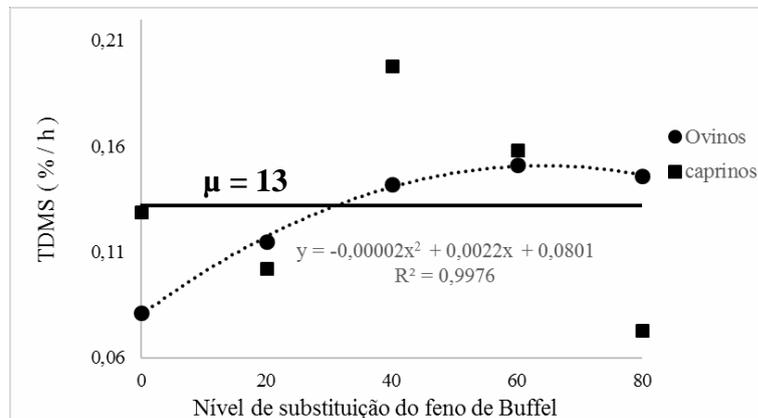


Figura 4 - Interação dieta x espécie para a variável taxa de desaparecimento da matéria seca (TDMS) (% / h). (P-valor de interação para os níveis de substituição: 0 = 0,0934; 20 = 0,6370; 40 = 0,0542; 60 = 0,8197; e 80 % = 0,0160. $p < 0,05$).

Tabela 8 - Características do rúmen de ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais

Variáveis	Espécie										EPM	P-valor		
	Ovina					Caprina						Dieta	Esp.	D x E
	Níveis de palma no volumoso (% MS)					Níveis de palma no volumoso (% MS)								
0	20	40	60	80	0	20	40	60	80					
Conteúdo ruminal (% PV)														
0 h	8,57	7,89	7,44	6,76	7,12	8,01	9,54	6,58	9,91	8,38	0,2750	0,1923	0,0001	0,0390
4 h	10,69	10,26	8,96	8,38	8,46	11,04	12,64	11,75	15,03	10,96				
Densidade Digesta (g/cm ³)														
0 h	0,977	0,941	0,923	0,940	0,910	0,953	0,876	0,935	0,950	0,948	0,007	0,023	0,970	0,904
4 h	0,964	0,934	0,902	0,922	0,901	0,975	0,963	0,895	0,949	0,864				
TRAM (min.)														
0 h	2,99	2,12	2,92	5,31	5,03	3,27	2,38	4,64	5,95	5,90	0,268	0,001	0,042	0,602
4 h	1,46	1,91	1,74	1,90	3,35	1,09	1,71	3,47	4,08	5,90				
Espuma (mm)														
0 h	0,28	0,60	0,44	0,80	0,86	0,46	0,43	0,75	0,67	0,70	0,030	0,001	0,504	0,270
4 h	0,30	0,38	0,46	0,48	0,68	0,29	0,20	0,35	0,59	0,50				
TRMS (h)	12,91	9,23	7,34	6,95	7,53	8,36	10,25	5,05	5,07	14,97	0,281	0,001	0,945	0,001
TDMS (%/h)	8,00	12,00	14,00	15,00	15,00	13,00	10,00	20,00	16,00	7,00	0,005	0,012	0,669	0,032

TRMS (tempo de renovação da matéria seca); TDMS (taxa de desaparecimento da matéria seca); TRAM (tempo de redução do azul de metileno); p<0,05.

Tabela 9 - Análise de regressão das características do rúmen de ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais

Variáveis	Espécie				Eq. de regressão	R ²		
	Ovina		Caprina			Ovina	Caprina	
	P - valor							
	L	Q	L	Q		Ovina	Caprina	Ovina
Densidade da digesta (g/cm ³)								
0 h	0,0806	0,6028	0,5484	0,5934	Y = 0,9652 - 0,0007x	ns	0,71	ns
4 h	0,0469	0,3752	0,0039	0,3604	Y = 0,9522 - 0,0007x	Y = 0,9764 - 0,0012x	0,70	0,61
TRAM (min.)								
0 h	0,0150	0,4043	0,7014	0,4573	Y = 2,22 + 0,0364x	ns	0,66	ns
4 h	0,0161	0,1905	0,0149	0,5430	Y = 1,318 + 0,0189x	Y = 0,852 + 0,06x	0,65	0,97
Espuma (mm)								
0 h	0,0017	1,0000	0,0113	0,2757	Y = 0,324 + 0,0068x	Y = 0,4594 + 0,0036x	0,78	0,59
4 h	0,0060	0,5958	0,0602	0,9151	Y = 0,288 + 0,0043x	Y = 0,2224 + 0,0041x	0,91	0,66
TRMS (h)	0,0003	0,0087	0,0659	0,0009	Y = 12,831 - 0,2083x + 0,0018x ²	Y = 10,166 - 0,2632x + 0,0038x ²	0,99	0,56
TDMS (% / h)	0,0042	0,1261	0,4414	0,0135	Y = 0,0938 + 0,0008x	Y = 0,1072 + 0,0033x - 0,00005x ²	0,80	0,51

TRAM (tempo de redução do azul de metileno); TRMS (tempo de renovação da matéria seca); TDMS (taxa de desaparecimento da matéria seca); p<0,05.

A matéria seca (MS) do conteúdo total do rúmen, apresentou efeito quadrático as 0 h para a espécie ovina ($p < 0,05$), não sendo significativa para os caprinos ($p > 0,05$) (Tabelas 10 e 11), sendo o ponto mínimo de 10,94 %, com 38,36 % de substituição do feno de Buffel pela palma; já às 4 horas, os caprinos apresentaram efeito quadrático, não havendo significância para ovinos (Tabelas 10 e 11) ($p < 0,05$), com ponto mínimo de 7,4 %, com 30,72 % de substituição.

A MS do conteúdo total é influenciada pelos resultados das frações sólida e fluída, como a fração sólida não foi influenciada pelas dietas na regressão (Tabela 11), os resultados encontrados, tanto para caprinos, quanto para ovinos estão relacionados ao teor de MS da fração fluída.

A MS da fração fluída, para caprinos e ovinos, antes (0 h) e após (4 h) a alimentação, aumentou, com os níveis de substituição do feno de Buffel por palma (Tabelas 10 e 11) ($p < 0,05$). Antes da alimentação, caprinos e ovinos tiveram um aumento de 1,13 e 0,84 %, respectivamente; e após a alimentação de 2,26 e 2,22 %.

O aumento no teor de MS do fluído ruminal, é resultado da dificuldade em filtrar as digestas dos animais submetidos a elevados teores de palma, promovendo maior retenção de água na fração sólida, pela redução da densidade da digesta (Tabela 8).

A matéria seca da fração sólida às 0 e 4 horas, apresentou interação entre os fatores dieta e espécie (Tabela 10 e Figura 5) ($p < 0,05$), sendo a interação para os níveis de 60 e 80 % de substituição; onde os ovinos e caprinos apresentaram redução da MS da fração sólida, sendo que caprinos não se adequaram as tendências gráficas. A redução da MS da fração sólida, corrobora com a explicação encontrada para a MS da fração fluída, já que a dificuldade em filtrar, aumenta a umidade (presença de água) na fração sólida, reduzindo o teor de MS.

A PB do conteúdo total, antes e 4 horas após a alimentação, também apresentou interação dieta e espécie (Figura 6) ($p < 0,05$), sendo a interação para os níveis de 20, 40 e 60 % de substituição; onde os teores encontrados para a espécie caprina, são superiores aos da espécie ovina. Também houve aumento da PB do conteúdo total com o aumento da presença de palma na dieta. Já a PB da fração fluída para caprinos e ovinos, antes e 4 horas após a alimentação, aumentou com os níveis de substituição do feno de Buffel por palma (Tabelas 10 e 11) ($p < 0,05$).

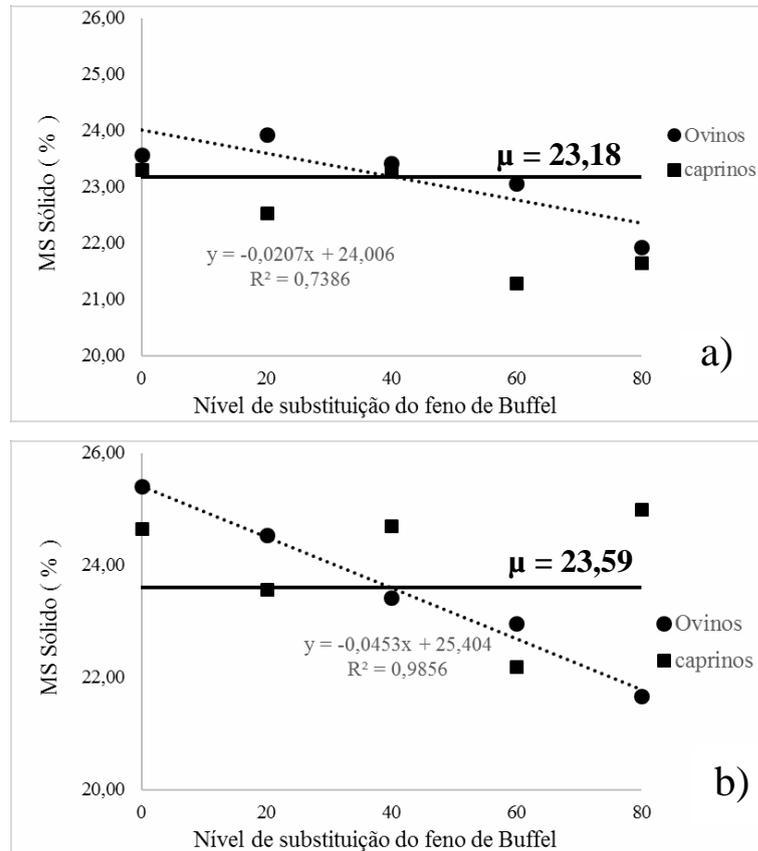


Figura 5 - Interação dieta x espécie para a variável matéria seca (MS) da fração sólida as 0 h (a) e 4 h (b). (P-valor de interação para os níveis de substituição: 0 = 0,4013; 20 = 0,0580; 40 = 0,3284; 60 = 0,0406; e 80 % = 0,0141. $p < 0,05$).

Lira (2013), trabalhando com palma forrageira em substituição ao feno, encontrou aumento da PB do conteúdo total (17,85 a 21,24 %), fração fluída (3,85 a 12,78 %) e sólida (14,66 a 17,9 %). Segundo o mesmo autor, o resultado é explicado pela alta digestibilidade da palma forrageira, que faz com que este ingrediente desapareça rapidamente no rúmen e, conseqüentemente, ocorra a concentração de alguns ingredientes, dentre eles a proteína.

De acordo com Santos et al. (2014), o escape de componentes do alimento, como proteína, usualmente não é igual ao escape de MS ou MO, por que a taxa de digestão difere para componentes específicos, o que promove maior teor de proteína, para dietas com maior degradabilidade de outros componentes.

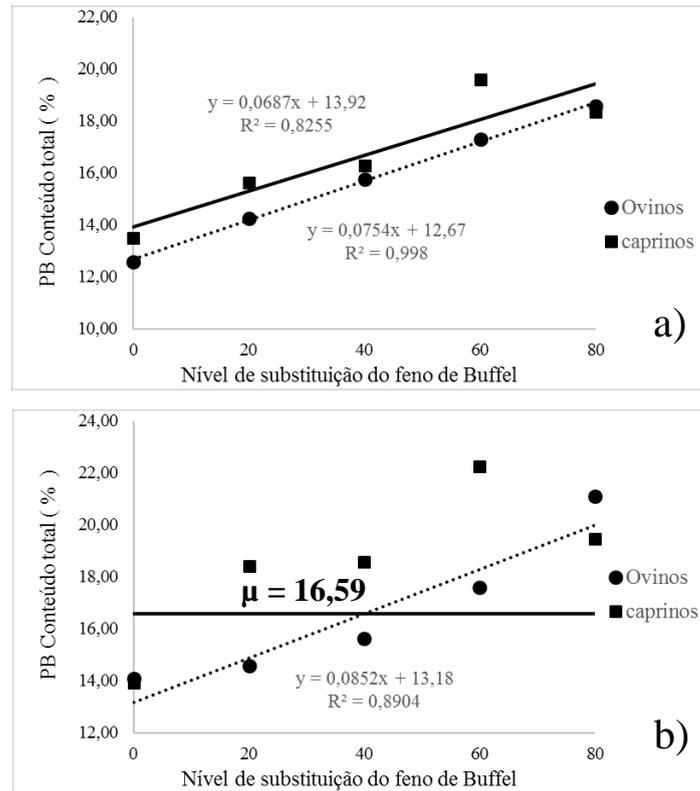


Figura 6 - Interação dieta x espécie para variável proteína bruta (PB) do conteúdo total do rúmen as 0 h (a) e 4 h (b). (P-valor de interação para os níveis de substituição: 0 = 0,6484; 20 = 0,0031; 40 = 0,0423; 60 = 0,0001; e 80 % = 0,2746. $p < 0,05$).

Houve efeito da interação dieta x espécie para a variável PB da fração sólida, tanto às 0, quanto às 4 h, sendo a interação para os níveis de 40 e 60% (Tabela 10 e Figura 7); onde caprinos apresentaram maior teor de PB em relação aos ovinos.

A variável de PB da fração sólida também sofreu influência da dieta como fator isolado, tanto às 0, quanto às 4 horas após a alimentação ($p < 0,05$) (Tabela 11), onde ovinos às 0 horas, apresentaram aumento linear da PB da fração sólida, já as 4 horas apresentaram efeito quadrático, com ponto mínimo de 12,41 % de PB para o nível de 20,44 % de substituição. Já os caprinos, não apresentaram diferença para a PB do sólido às 0 horas, apresentando efeito quadrático as 4 horas, com ponto máximo de 8,43 % de PB para o nível de 60 % de substituição.

A redução no teor de proteína bruta da fração sólida está ligada a menor taxa de desaparecimento da matéria seca, que faz com que a PB se mantenha diluída nas frações dos outros nutrientes, já o aumento no teor de PB, ocorre pelo efeito contrário, ou seja,

onde o aumento da taxa de desaparecimento da matéria seca, faz com que a proteína se acumule no ambiente ruminal.

Caprinos e ovinos apresentaram às 4 horas efeito totalmente divergente, onde enquanto um aumentou o teor de PB da fração sólida o outro reduziu, e levando em consideração o aumento desta variável para a espécie caprina, é possível dizer, que até o nível de 60% caprinos apresentam uma melhor taxa de degradação da dieta fornecida, em comparação aos ovinos, indicando que esta espécie possui uma melhor capacidade de aproveitamento da palma.

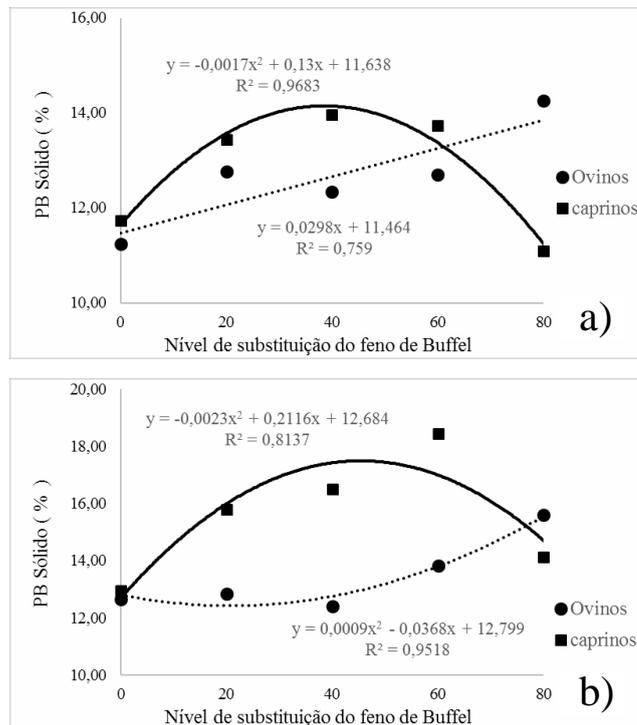


Figura 7 - Interação dieta x espécie para variável proteína bruta (PB) da fração Sólida as 0 h (a) e 4 h (b). (P-valor de interação para os níveis de substituição: 0 = 0,3975; 20 = 0,7924; 40 = 0,0261; 60 = 0,0144; e 80 % = 0,7136. $p < 0,05$).

Tabela 10 - Concentrações de matéria seca e proteína bruta no conteúdo total e nas frações fluída e sólida do rúmen de ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais

Variáveis	Espécie										EPM	P-valor		
	Ovina					Caprina						Dieta	Esp.	D x E
	Níveis de palma no volumoso (% MS)					Níveis de palma no volumoso (% MS)								
0	20	40	60	80	0	20	40	60	80					
0 h														
Matéria Seca (%)														
Conteúdo Total	13,22	11,74	10,95	11,45	13,35	11,75	13,24	10,61	12,86	13,84	0,246	0,019	0,327	0,321
Fluído	3,81	4,64	5,04	4,59	4,88	4,02	5,50	5,38	5,38	5,50	0,103	<,0001	0,058	0,994
Sólido	23,57	23,92	23,41	23,05	21,93	23,31	22,54	23,32	21,29	21,65	0,156	0,0003	0,5243	0,0066
Proteína Bruta (%)														
Conteúdo Total	12,56	14,24	15,77	17,28	18,58	13,49	15,61	16,27	19,60	18,36	0,216	<,0001	0,0002	0,0057
Fluído	8,63	9,61	12,07	12,90	21,70	9,17	10,68	15,50	18,33	13,07	0,465	<,0001	0,009	0,187
Sólido	11,24	12,76	12,33	12,69	14,25	11,73	13,44	13,96	13,73	11,09	0,173	0,0003	0,0004	<,0001
4 h														
Matéria Seca (%)														
Conteúdo Total	12,92	12,20	12,44	12,11	12,46	13,17	10,69	12,80	11,61	16,36	0,246	0,019	0,327	0,321
Fluído	4,43	4,54	5,26	5,81	6,57	4,81	4,23	5,44	5,65	6,93	0,103	<,0001	0,058	0,994
Sólido	25,40	24,53	23,42	22,96	21,66	24,65	23,57	24,69	22,19	24,99	0,156	0,0003	0,5243	0,0066
Proteína Bruta (%)														
Conteúdo Total	14,08	14,57	15,61	17,58	21,09	13,92	18,40	18,59	22,25	19,46	0,216	<,0001	0,0002	0,0057
Fluído	8,31	11,41	10,10	10,19	16,35	10,84	9,39	14,92	13,87	26,3	0,465	<,0001	0,0088	0,1868
Sólido	12,64	12,85	12,41	13,82	15,60	12,94	15,78	16,49	18,43	14,13	0,173	0,0003	0,0004	<,0001

0 h – antes da alimentação; 4 h – após a alimentação; p<0,05.

Tabela 11 - Análise de regressão das concentrações de matéria seca e proteína bruta no conteúdo total e nas frações fibrosa e fluída do rúmen de ovinos e caprinos alimentados com as dietas experimentais

Variáveis	Espécie				Eq. de regressão	R ²		
	Ovina		Caprina					
	P - valor							
	L	Q	L	Q				
0 h								
Matéria Seca (%)								
Conteúdo Total	0,9895	0,0021	0,9457	0,2669	$Y = 13,298 - 0,1151x + 0,0014x^2$	ns	0,98	ns
Fluído	0,0234	0,0679	0,0005	0,6360	$Y = 4,174 + 0,0105x$	$Y = 4,588 + 0,0142x$	0,48	0,49
Sólido	0,0652	0,2821	0,1688	0,9277	ns	ns	ns	ns
Proteína Bruta (%)								
Conteúdo Total	<.0001	0,7590	<.0001	0,4493	$Y = 12,67 + 0,0754x$	$Y = 13,92 + 0,0687x$	0,99	0,82
Fluído	<.0001	0,0221	0,0030	0,9062	$Y = 7,096 + 0,1472x$	$Y = 10,26 + 0,0773x$	0,80	0,44

4 h	Sólido	0,0289	0,7790	0,7703	0,0804	$Y = 11,464 + 0,0298x$	ns	0,75	ns
	Matéria Seca (%)								
	Conteúdo Total	0,4290	0,4337	0,0508	0,0010	ns	$Y = 13,06 - 0,1229x + 0,002x^2$	ns	0,76
	Fluído	0,0003	0,4738	0,0017	0,3934	$Y = 4,212 + 0,0278x$	$Y = 4,28 + 0,0283x$	0,96	0,77
	Sólido	0,0032	0,9473	0,7152	0,2311	$Y = 25,404 - 0,0453x$	ns	0,98	ns
	Proteína Bruta (%)								
	Conteúdo Total	<.0001	0,0663	0,0001	0,0687	$Y = 13,18 + 0,0852x$	$Y = 15,538 + 0,0747x$	0,89	0,61
	Fluído	0,0008	0,1096	0,0017	0,1767	$Y = 8,3 + 0,0743x$	$Y = 7,984 + 0,177x$	0,59	0,70
	Sólido	0,0014	0,0366	0,2732	0,0169	$Y = 12,799 - 0,0368x + 0,0009x^2$	$Y = 12,684 + 0,2116x - 0,0023x^2$	0,95	0,81

P<0,05.

O nitrogênio amônia (N-NH₃) não foi influenciado pelas dietas para a espécie caprina, já os ovinos apresentaram comportamento quadrático (Tabelas 12 e 14, e Figura 8) ($p < 0,05$), com ponto mínimo de 11,69 mg/100mL, para o nível de 49,5 % de substituição.

A concentração de N-NH₃ no rúmen é dependente da taxa de degradação da fonte proteica utilizada e do equilíbrio entre sua produção e utilização por parte dos microrganismos ruminais (MANELLA *et al.*, 2006), esta variável é importante, pois os microrganismos utilizam o N presente na amônia para síntese proteica (OLIVEIRA *et al.*, 2013). De acordo com Satter & Slyter (1974), o teor mínimo de N-NH₃ necessário para o crescimento microbiano adequado é de 5 mg/100mL; assim, em todas as dietas os níveis de substituição do Buffel por palma, para as duas espécies mantiveram teor de nitrogênio amônia dentro da exigência mínima para crescimento microbiano.

Ben Salem *et al.* (2010), trabalhando com palma em níveis de suplementação na alimentação de ovinos, sendo, 0, 150, 300, 450 e 600 g de MS, encontraram elevação dos valores de N-NH₃, sendo o maior valor de 10,8 mg/100mL (600 g de MS), resultado semelhante ao encontrado neste trabalho para a espécie ovina, em todos os níveis com presença de palma.

O pico de N-NH₃ foi encontrado para ovinos (33,05 mg/100mL) e caprinos (36,81 mg/mL), com 0 e 20 % de substituição do feno, respectivamente, as 4 horas após a alimentação (Figura 8), está maior concentração no fluido dos animais que receberam estas dietas em comparação as demais, esta relacionado, segundo Santos (2008), a aumento no tempo de colonização (*lag time*), dos microrganismos sobre a fração fibrosa do substrato, refletindo em falta de sincronização entre o uso de energia e a degradação proteica, resultando no acúmulo de nitrogênio no rúmen, o que pode explicar o maior teor de PB da fração sólida, para os caprinos.

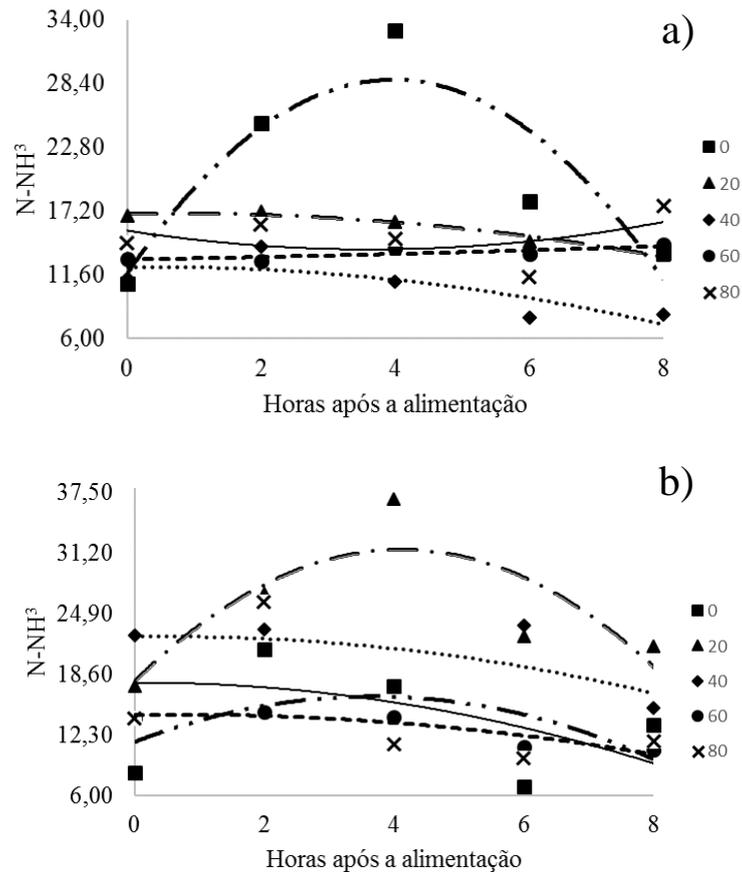


Figura 8 - Concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/100mL) no fluido ruminal, em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais em ovinos (a) e caprinos (b).

O pH não foi influenciado pelas dietas e espécie, apresentando valores médios variando de 6,24 a 6,39 (Tabelas 12 e 14, e Figura 9). O valor de pH ruminal é regulado por um sistema complexo que depende do nível de fibra na dieta, do resultado líquido entre a produção e absorção de AGCC, do fluxo de saliva e da sua capacidade de tamponamento (ALVES et al., 2016).

Os microrganismos ruminais necessitam de uma faixa ideal de pH, este varia de acordo com a dieta e com o tempo após a alimentação, dietas ricas em carboidratos não-fibrosos tendem a promover redução no pH ruminal (BERCHIELLI *et al.*, 2006; SILVEIRA *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

De acordo com Van Soest (1994), pH abaixo de 6,2 aumenta o tempo de colonização e degradação da fibra, sendo a maioria dos valores encontrados no trabalho em questão, considerados dentro do nível ideal. Das 2 até às 6 horas após a alimentação é normal uma queda no pH, devido a maior produção de AGCC. O distúrbio da acidose

pode ser mensurado, através da observação de elevação do pH 6 horas após a alimentação. Ovinos e caprinos da maioria das dietas conseguiram elevação do pH, um indicativo de ausência de acidose, porém os caprinos quando submetidos a dieta com 80 % de substituição do feno pela palma, mesmo conseguindo elevar o teor de pH às 8 horas após alimentação, os seus valores médios para este horário se mostraram abaixo ou muito próximos do limite mínimo definido por Van Soest (1994) (Figura 9).

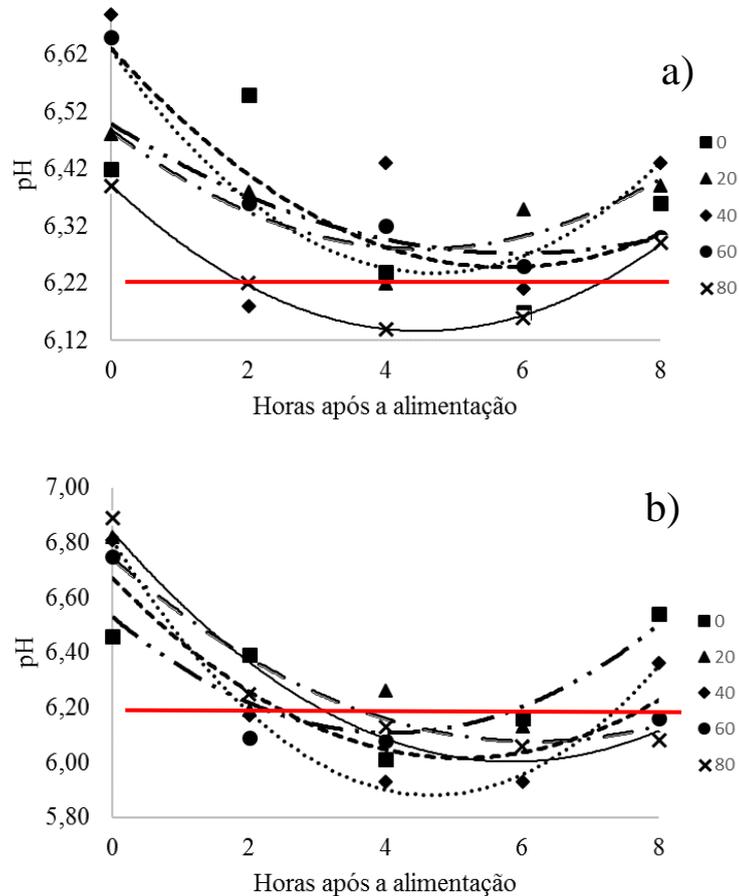


Figura 9 - Valores de pH no fluído ruminal, em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais em ovinos (a) e caprinos (b). — Limite mínimo de pH (6,2).

De acordo com Bispo *et al.* (2007), o pH decai com dietas ricas em palma, devido a presença de mucilagem, que acarreta na produção de timpanismo espumoso, que reduz a absorção dos AGCC, porém diversos trabalhos não encontraram diferença significativa no valor de pH, quando ruminantes foram alimentados com altos níveis de palma, tal efeito ocorre, pois a maior parte dos CNF da palma é constituída de pectina, e não de amido, que quando degradada no rúmen gera ácido galacturônico que possui

ação tampão, além disto, outros autores relacionam a mucilagem e os elevados teores de minerais, com uma maior produção de saliva pelos ruminantes, o que acarretaria no tamponamento do rúmen (MISRA *et al.*, 2006; ABIDI *et al.*, 2009; ANDRADE-MOTEMAYOR *et al.*, 2011).

Tabela 12 - Interação espécie, hora e tratamento para as variáveis de pH e N-NH₃ de ovinos e caprinos submetidos as dietas experimentais

Horas	Espécie									
	Ovina					Caprina				
	Níveis de palma no volumoso (% MS)					Níveis de palma no volumoso (% MS)				
	0	20	40	60	80	0	20	40	60	80
pH										
00:00	6,42	6,48	6,69	6,65	6,39 b ¹	6,46	6,82	6,81	6,75	6,89 a ¹
02:00	6,55	6,38	6,18	6,36	6,22	6,39	6,19	6,17	6,09	6,25
04:00	6,24	6,22	6,43 a ²	6,32	6,14	6,01	6,26	5,93 b ²	6,08	6,13
06:00	6,17	6,35	6,21	6,25	6,16	6,16	6,13	5,93	6,16	6,06
08:00	6,36	6,39	6,43	6,30	6,29	6,54	6,09	6,36	6,16	6,08
N-NH ₃ (mg/100mL)										
00:00	10,80	16,81	11,30	13,01 b ³	14,40	8,46	17,44	22,70 a ³	14,09	14,03
02:00	24,95	17,17	14,08	12,83	16,00 b ⁴	21,24	27,06	23,24	14,74	26,15 a ⁴
04:00	23,03 a ⁵	16,28 b ⁶	10,97	13,95	14,80	17,44 b ⁵	36,81 a ⁶	17,38	14,17	11,38
06:00	18,10 7	14,57	7,81 b ⁸	13,40	11,42	7,00 b ⁷	22,57	23,71 a ⁸	11,06	9,96
08:00	13,50	13,37	8,14	14,22	17,64	13,32	21,57	15,16	10,80	11,64

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito significativo de interação. p<0,05. p-valor :¹0,0105; ²0,0110; ³0,0277; ⁴0,0496; ⁵0,0028; ⁶0,0001; ⁷0,0320; ⁸0,0023.

Os teores de acetato, propionato e butirato ruminal aumentaram, com o aumento do nível de substituição do feno pela palma em todos os horários avaliados (p<0,05) (Tabela 13). Aumento na produção de acetato esta relacionado ao fato da palma ser rica em pectina que quando degradada tem como produto final acetato e butirato, já o aumento do propionato esta ligado a fermentação dos carboidratos não fibrosos, tais como, o amido e os açúcares solúveis, também presentes em quantidade elevada na palma.

Tabela 13 - Interação espécie, hora e tratamento para as variáveis de concentração de acetato, propionato e butirato de ovinos e caprinos submetidos as dietas experimentais.

Horas	Espécie									
	Ovina					Caprina				
	Níveis de palma no volumoso (% MS)					Níveis de palma no volumoso (% MS)				
	0	20	40	60	80	0	20	40	60	80
Acetato (mMol/L)										
00:00	29,05	38,73	30,18	39,17	41,30	27,93	27,67	34,98	26,25	35,26
02:00	38,85	49,41	44,64	49,34	54,37	36,16	41,54	46,40	51,88	44,50
04:00	48,98	55,16 a ¹	44,47	43,17	53,64	38,41	39,76 b ¹	50,05	49,75	57,46
06:00	42,06	42,02 a ²	55,05 a ³	43,27	51,36	25,62	26,77 b ²	35,32 b ³	37,00	60,26
08:00	34,06	40,42	44,50	49,13	45,68	30,28	33,60	31,57	40,51	53,90
Propionato (mMol/L)										
00:00	7,22	10,46	7,15	8,11	12,05	6,46	5,67	9,76	5,81	10,59
02:00	10,94	17,08	14,83	19,90	22,65	12,58	13,88	18,93	19,37	22,39
04:00	14,13	17,11	16,91	16,42	22,40	12,98	13,91	21,36	20,84	25,20
06:00	11,85	13,98	18,17	17,47	21,11	10,32	12,60	13,95	13,09	23,29
08:00	9,49	12,50	15,15	19,27	19,93	10,31	12,61	11,26	14,52	21,10
Butirato (mMol/L)										
00:00	0,42	0,77	0,60	0,73	0,98	0,31	0,50	0,68	0,53	0,83
02:00	0,62	0,95	0,94	1,04	1,24	0,64	0,88	1,15	1,17	0,98
04:00	0,90	1,05	1,02	0,95	1,14	0,58	1,16	1,12	1,03	0,97
06:00	0,65	0,86	1,02	0,95	1,15	0,48	0,92	0,77	1,05	1,41
08:00	0,50	0,73	0,76	1,05	0,91	0,48	0,60	0,83	0,88	0,95

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito significativo de interação. p<0,05. p-valor : ¹0,0399; ²0,0420; ³0,0087.

A concentração dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) totais aumentou linearmente com o aumento da palma nas dietas ($p < 0,05$) (Tabela 14 e Figura 10), para as duas espécies. A palma possui carboidratos rapidamente fermentáveis, que são extensivamente degradados no rúmen, promovendo uma maior produção de AGCC (ALMEIDA, 2012), quando os carboidratos solúveis estão presentes em grande quantidade, as bactérias produzem acetato e etanol como formato, e se o substrato for rapidamente fermentável é reduzido, e os produtos finais são acetato e propionato (ANTUNES *et al.*, 2011); assim, dietas com alto nível de palma, tendem a elevar a produção de AGCC totais, e reduzir a proporção A:P, devido à elevação na produção de propionato, pela fermentação dos CNF.

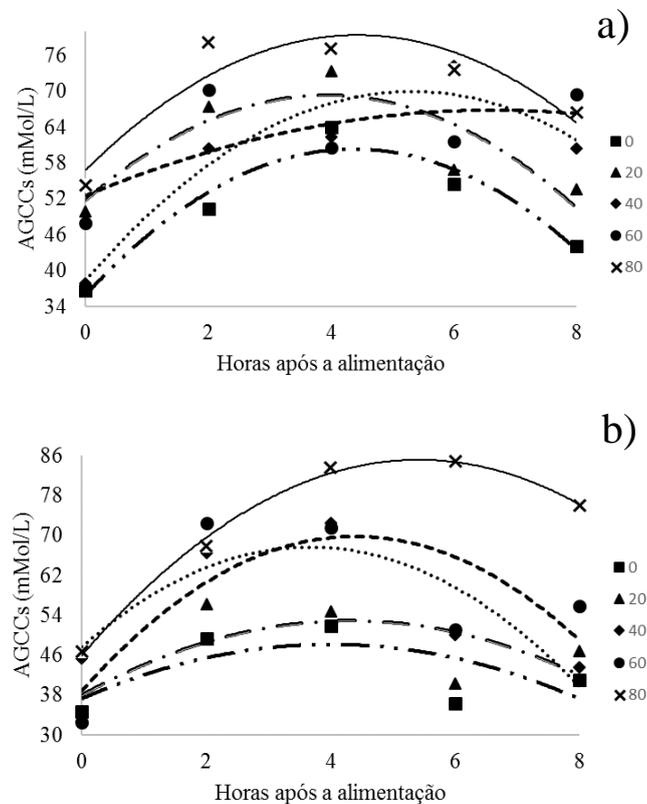


Figura 10 - Concentrações de ácidos graxos de cadeia curta totais no fluido ruminal, em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais em ovinos (a) e caprinos (b).

Levando em consideração todos os fatores avaliados, é possível dizer que caprinos e ovinos apresentaram diferentes respostas as diversas variáveis analisadas, tais respostas indicam que, caprinos possuem uma melhor capacidade de aproveitamento

das dietas experimentais até o nível de 60 % de substituição, indicado pelo aumento da TDMS, redução do TRMS e do efeito de produção de espuma, apresentando menor efeito sobre a densidade, com significância apenas às 4 horas após a alimentação. Porém no nível de 80% os ovinos passam a se destacar com maior TDMS, menor TRMS, valores de N-NH₃ indicadores de melhor sincronia da degradação da fonte proteica com a da fonte de carboidratos e maiores valores de pH, já que os caprinos com 80% apresentaram pH no limite ou abaixo do mínimo ideal.

Levando em consideração a digestibilidade e o consumo, e descartando a comparação de espécie, tanto caprinos quanto ovinos apresentaram desempenho satisfatório em todos as dietas experimentais avaliadas.

5. CONCLUSÃO

A palma orelha-de-elefante mexicana pode substituir o feno de Buffel na dieta, até o nível de 80 % na MS, sem causar problemas nutricionais, para caprinos e ovinos, entretanto, estes apresentaram divergência de resposta as dietas experimentais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIDI, S.; BEN SALEM, H.; VASTA, V. *et al.* Supplementation with barley or spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) cladodes on digestion, growth and intramuscular fatty acid composition in sheep and goats receiving oaten hay. **Small Ruminant Research**, v. 87, n. 1, p. 9-16, 2009. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2009.09.004.a.

ABIDI, S.; BEN SALEM, H.; MARTÍN-GARCÍA, A. I. *et al.* Ruminal fermentation of spiny (*Opuntia amyclae*) and spineless (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) cactus cladodes and diets including cactus. **Animal feed science and technology**, v. 149, n. 3, p. 333-340, 2009. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2008.06.006. b.

AGUILAR-YÁÑEZ, M. I.; HERNÁNDEZ-MENDO, O.; GUERRERO-LEGARRETA, I. *et al.* Productive response of lambs fed with fresh or dehydrated spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* L.). **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 13, p. 23-35, 2011.

ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1447-1462, 1997.

ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semi-árido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 08-14, 2012. ISSN: 1981-8203.

ALVES, A. R.; PASCOAL, L. A. F.; CAMBUÍ, G. B. *et al.* Fibra para ruminantes: aspecto nutricional, metodológico e funcional. **PUBVET**, v. 10, p. 513-579, 2016.

ANDRADE-MONTEMAYOR, H. M.; CORDOVA-TORRES, A. V.; GARCÍA-GASCA, T. *et al.* Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of

Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, v. 98, n. 1, p. 83-92, 2011. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2011.03.023.

ANDRADE, S. F. J.; BATISTA, Â. M. V.; CARVALHO, F. F. R. *et al.* Fresh or dehydrated spineless cactus in diets for lambs. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 155-161, 2016. ISSN: 1807-8672.

ARAÚJO, G. G. L.; HOLANDA JUNIOR, E. V.; OLIVEIRA, M. C. Alternativas atuais e potenciais de alimentação de caprinos e ovinos nos períodos secos no semi-árido brasileiro. **Simpósio Internacional Sobre Caprinos e Ovinos de Corte**, v. 2, p. 553-564, 2003.

ARAÚJO, G. G. L.; ALBUQUERQUE, S. G.; GUIMARÃES FILHO, C. Opções no uso de forrageira arbustivo-arbóreas na alimentação animal no semi-árido do Nordeste. **Simpósio internacional de sistemas agroflorestais pecuários na América do Sul**. Juiz de Fora - MG. Anais... Embrapa Gado de Leite/FAO, 2000.

AOAC. CUNIFF, Pe. **Official methods of analysis of AOAC International**. AOAC International, 1997.

ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. p.239-263. **In: Nutrição de ruminantes**. 2.ed. Berchielli, T. T.; Pires, A. V and Oliveira, S. G., eds. Funep, Jaboticabal. 2011.

BATISTA, Â. M. V.; RIBEIRO NETO, A. C.; LUCENA, R. B. *et al.* Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland ecology & management**, v. 62, n. 3, p. 297-301, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.2111/07-099R1.1>.

BATISTA, Â. M. V.; CARVALHO, F. F. R.; ROCHA FILHO, R. R. A palma forrageira na alimentação de ruminantes no semiárido brasileiro. **II Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes**. Itapetinga – BA. 2013.

BEN SALEM, H.; ABIDI, S. Recent advances on the potential use of *Opuntia spp.* in livestock feeding. In: **VI International Congress on Cactus Pear and Cochineal 811**. 2009. p. 317-326.

BEN SALEM, H.; SMITH, T. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. **Small Ruminant Research**, v. 77, n. 2, p. 174-194, 2008. DOI:10.1016/j.smallrumres.2008.03.008.

BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; ABDOULI, H. *et al.* Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* var. *inermis*) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. **Animal Science**, v. 62, n. 02, p. 293-299, 2010. DOI: 10.1017/S1357729800014600.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006.

BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C. *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. ISSN: 1806-9290.

BIZIKOVA, L.; PARRY, J.; KARAMI, J. *et al.* Review of key initiatives and approaches to adaptation planning at the national level in semi-arid areas. **Regional Environmental Change**, v. 15, n. 5, p. 837-850, 2015. DOI: 10.1007/s10113-014-0710-0.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; MALAFAIA, P. A. M. *et al.* Frações proteicas de alimentos tropicais e suas taxas de digestão estimadas através da incubação com proteases oriundas da microbiota ruminal. **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, v. 36, p. 261, 1999.

CANNAS, A.; VAN SOEST, P. J.; PELL, A. N. Use of animal and dietary information to predict rumen turnover. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, n. 1, p. 95-117, 2003. DOI: S0377-8401(02)00255-9.

CARDOSO, R. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C. *et al.* Consumo e Digestibilidades Aparentes Totais e Parciais de Rações Contendo Diferentes Níveis de Concentrado, em Novilhos F1 Limousin x Nelore1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1832-1843, 2000.

CATUNDA, K. L. M.; AGUIAR, E. M.; GÓES NETO, P. E. *et al.* Gross composition, fatty acid profile and sensory characteristics of Saanen goat milk fed with Cacti varieties. **Tropical animal health and production**, p. 1-7, 2016. DOI: 10.1007/s11250-016-1085-7.

CAVALCANTI, M. C. A.; BATISTA, A. M. V.; GUIM, A. *et al.* Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia* sp.). v. 30i2. 4684. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 2, p. 173-179, 2008. DOI: 10.4025/actascianimsci.

CHURCH, D.C. **The ruminant animal: Digestive, physiology and nutrition.** Englewood Clif fs: Simon e Schuster, 1993. 543p.

CORDOVA-TORRES, A. V.; MENDONZA-MENDONZA, J. C.; BERNAL-SANTOS, G. *et al.* Nutritional Composition, in vitro Degradability and Gas Production of *Opuntia ficus indica* and Four Other Wild Cacti Species. **Life Science Journal**, v. 12, n. 2s, 2015. ISSN: 1097-8135.

COSTA, R. G.; BELTRÃO FILHO, E. M.; MEDEIROS, A. N. *et al.* 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**, v. 82, n. 1, p. 62-65, 2009. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2009.01.004.

DETMANN, E. Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012. 214p.

DIRKSEN, G. **Indigestiones en el bovino**, Schnetztor-Verlag, Konstanz. 76 pp. 1981.

DIRKSEN, G.; SMITH, M. C. Acquisition and analysis of bovine rumen fluid. **The Bovine practitioner (USA)**, 1987. ISSN: 0524-1685.

DIRKSEN, G.; GRUNDER, H. D.; STOBBER, M. **Exame Clínico dos Bovinos**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 419p. 1993.

FERREIRA, M. A.; PESSOA, R. A. S.; SILVA, F. M. **Palma forrageira e ureia na alimentação de vacas leiteiras**. Editora UFRPE, Recife. 2011.

GEBREMARIAM, T.; MELAKU, S.; YAMI, A. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, n. 1, p. 43-52, 2006. DOI: 10.1002/ts.27.

HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, 2000. p.A-25. (Bulletin 339).

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n. 10, p. 2755-2766, 1986. DOI: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80724-X](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80724-X).

JAMES, L. F. Oxalate toxicosis. **Clinical Toxicology**, v. 5, n. 2, p. 231-243, 1972. DOI: <http://dx.doi.org/10.3109/15563657208991002>.

LEIVA, E.; HALL, M. B.; VAN HORN, H. H. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 12, p. 2866-2875, 2000.

LINS, S. E. B.; PESSOA, R. A. S.; FERREIRA, M. A. *et al.* Spineless cactus as a replacement for wheat bran in sugar cane-based diets for sheep: intake, digestibility, and ruminal parameters. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 1, p. 26-31, 2016. ISSN: 1806-9290.

LIRA, J. T. **Palma forrageira e ureia em substituição ao feno de Tifton na alimentação de ovinos**. Dissertação de mestrado em Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2013.

MANELLA, M. Q.; LOURENÇO, A. J.; LEME, P. R. Recria de bovinos nelore em pastos de *Brachiaria brizantha* com suplementação protéica ou com acesso a banco de proteína de *Leucaena leucocephala*: desempenho animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2274-2282, 2002.

McCONN, M. M.; NAKATA, P. A. Oxalate reduces calcium availability in the pads of the prickly pear cactus through formation of calcium oxalate crystals. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 52, n. 5, p. 1371-1374, 2004.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley, 1981. 226p.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake evaluation and utilization. **Nebraska: American Soil Science of America**, 1994.

MISRA, A. K.; MISHRA, A. S.; TRIPATHI, M. K. *et al.* Intake, digestion and microbial protein synthesis in sheep on hay supplemented with prickly pear cactus [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] with or without groundnut meal. **Small Ruminant Research**, v. 63, n. 1, p. 125-134, 2006. doi:10.1016/j.smallrumres.2005.02.014.

MORAES, A. C. A. **Valor nutritivo de diferentes variedades de palma forrageira resistentes à Cochonilha do Carmim**. Dissertação de mestrado em Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2012.

MOREIRA, J. N.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. et al. Caracterização da vegetação de caatinga e da dieta de novilhos no sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 11, p. 1643-1651, 2006.

MULLER, M.; PRADO, I. N. Metabolismo da pectina em animais ruminantes – uma revisão. **Revista Varia Scientia**, v. 4, n. 8, p. 45-56, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of Small ruminants**. 1. ed. Washington: NAP, 2001. 362p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of Small ruminants**. 1. ed. Washington: NAP, 2007. 362p.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. L. M. Metabolismo dos carboidratos estruturais. p.239-263. **In: Nutrição de ruminantes**. 2.ed. Berchielli, T. T.; Pires, A. V and Oliveira, S. G., eds. Funep, Jaboticabal. 2011.

OLIVEIRA, F. T.; SOUTO, J. S.; SILVA, R. P. *et al.* Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 27-37, 2010. ISSN: 1981-8203.

OLIVEIRA, V. S.; SANTANA NETO, J.; VALENÇA, R. L. Características químicas e fisiológicas da fermentação ruminal de bovinos em pastejo–Revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 20, n. 1, p. 1-21, 2013. ISSN: 1679-7353.

ØRSKOV, E. R. Feed evaluation with emphasis on fibrous roughages and fluctuating supply of nutrients: a review. **Small Ruminant Research**, v. 28, n. 1, p. 1-8, 1998. DOI: S0921-4488 97 00042-4.

PEREIRA JÚNIOR, J. S. **Nova delimitação do semi-árido brasileiro**. Câmara dos deputados. 2007.

PINCHAK, W. E.; MIN, B. R. MALINOWSKI, D. P. *et al.* Re-evaluation of the frothy bloat complex in cattle grazing winter wheat in the Southern plains: evolution of a new integrated paradigm. **Proc. gastrointestinal function. CGIF, Chicago, IL**, p. 36, 2005.

PITACAS, F. I. O. **Avaliação nutricional e utilização de *Opuntia spp.* na alimentação de pequenos ruminantes**. Dissertação de mestrado em Engenharia Zootécnica. Instituto Politécnico de Castelo Branco. 2015.

RADOSTITS, O.M.; MAYHEW, I.G.J.; HOUSTON, D.M. **Exame clínico e diagnóstico em veterinária**. 1 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 332-338, 2002.

SÁENZ, C.; SEPÚLVEDA, E.; MATSUHIRO, B. *Opuntia spp* mucilage's: a functional component with industrial perspectives. **Journal of Arid Environments**, v. 57, n. 3, p. 275-290, 2004. DOI: 10.1016/S0140-1963(03)00106-X.

SANTOS, A. O. A. **Utilização de nutrientes e parâmetros de fermentação ruminal em ovinos recebendo dietas com altas proporções de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill)**. Dissertação de mestrado em Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2008.

SANTOS, S. C.; FERNANDES, J. J. R.; CARVALHO, E. R. *et al.* Utilização da silagem de restos culturais do abacaxizeiro em substituição à silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos. **Ciência animal Brasileira**, v. 15, n. 4, p. 400 – 408, 2014.

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British journal of nutrition**, v. 32, n. 02, p. 199-208, 1974.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de Nutrição dos ruminantes**. Piracicaba, Livroceres, 1979. 380p.

SILVA, T. G. F.; ARAÚJO PRIMO, J. T.; SILVA, S. M. S. *et al.* Indicadores de eficiência do uso da água e de nutrientes de clones de palma forrageira em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro. **Bragantia**, v. 73, n. 2, p. 184-191, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/brag.2014.017>.

SILVA, M. R. H.; NEUMANN, M. Fibra efetiva e fibra fisicamente: conceitos e importância na nutrição de ruminantes. **FAZU em Revista**, n. 9, 2013.

SILVA, S. P.; SILVA, M. M. C. Fracionamento de carboidrato e proteína segundo o sistema CNCPS. **Veterinária Notícias**, v. 19, n. 2, p. 95-108, 2014.

SILVEIRA, M. F.; KOZLOSKI, G. V.; BRONDANI, I. L. *et al.* Ganho de peso vivo e fermentação ruminal em novilhos mantidos em pastagem cultivada de clima temperado e recebendo diferentes suplementos. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, 2006. ISSN: 0103-8478.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992. DOI: 10.2527/1992.70113562x.

STINTZING, F. C.; CARLE, R. Cactus stems (*Opuntia* spp.): A review on their chemistry, technology, and uses. **Molecular nutrition & food research**, v. 49, n. 2, p. 175-194, 2005. DOI: 10.1002/mnfr.200400071.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. **Fermentação Ruminal**. *IN*: Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep, 583p.2006.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIEIRA, E. L. **Adição de fibra em dietas contendo palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) para caprinos**. Tese de doutorado em Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2006.

VOLTOLINI, T. V.; MOREIRA, J. N.; NOGUEIRA, D. M. *et al.* Fontes proteicas no suplemento concentrado de ovinos em pastejo. V. 31i1. 3875. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 1, p. 61-67, 2009. DOI: 10.4025/actascianimsci.v31i1.3875.

WASCHECK, R. C.; DUTRA, A. R.; GRANDSIRE, C. *et al.* Pectina: um carboidrato complexo e suas aplicações. **Estudos**, v. 35, n. 3, p. 343-355, 2008.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **Proceedings**. 1999.

ZILIO, B. S.; CRUZ, E. V.; ANDRADE JÚNIOR, J. P. *et al.* Análise do líquido ruminal–revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 11, p. 1-6, 2008. ISSN: 1679-7353.