



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS II – AREIA-PB
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

KLEITIANE BALDUINO DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA [*Nopalea cochenillifera* (Salm Dyck)]
COMO FONTE EXCLUSIVA DE FORRAGEM NA DIETA DE OVINOS**

**AREIA
2021**

KLEITIANE BALDUINO DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA [*Nopalea cochenillifera* (Salm Dyck)]
COMO FONTE EXCLUSIVA DE FORRAGEM NA DIETA DE OVINOS**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr^a. Juliana Silva de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Edson Mauro Santos

**AREIA
2021**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586u Silva, Kleitiane Balduino da.

Utilização de palma forrageira [*Nopalea cochenillifera* (Salm Dyck)] como fonte exclusiva de forragem na dieta de ovinos / Kleitiane Balduino da Silva. -

Areia:UFPB/CCA, 2021.

83 f.

Orientação: Juliana Silva de Oliveira.

Coorientação: Edson Mauro Santos.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Zootecnia. 2. Cactos. 3. Carcaça. 4. Cordeiros. 5. Morfometria. I. Oliveira, Juliana Silva de. II. Santos, Edson Mauro. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636(043.2)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

TÍTULO: “UTILIZAÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA COMO FONTE EXCLUSIVA DE FORRAGEM NA DIETA DE OVINOS”

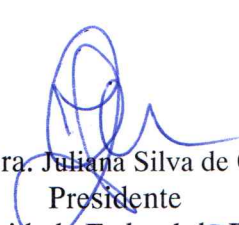
AUTOR: KLEITIANE BALDUINO DA SILVA

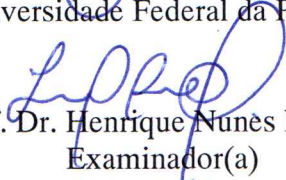
ORIENTADOR: Prof.^a Dra. Juliana Silva de Oliveira

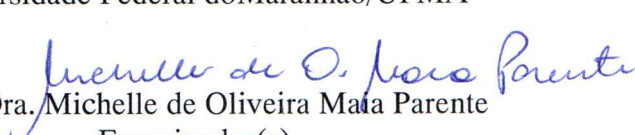
J U L G A M E N T O

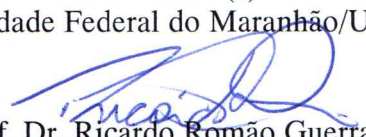
CONCEITO: APROVADO

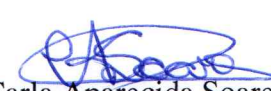
EXAMINADORES:


Prof.^a Dra. Juliana Silva de Oliveira
Presidente
Universidade Federal da Paraíba


Prof. Dr. Henrique Nunes Parente
Examinador(a)
Universidade Federal do Maranhão/UFMA


Prof.^a Dra. Michelle de Oliveira Mata Parente
Examinador(a)
Universidade Federal do Maranhão/UFMA


Prof. Dr. Ricardo Romão Guerra
Examinador(a)
Universidade Federal da Paraíba/UFPB


Prof.^a Dra. Carla Aparecida Soares Saraiva
Examinador(a)
Universidade Federal da Paraíba/UFPB

Areia, 14 de novembro de 2019

DEDICATÓRIA

A Minha Família, razão pela qual enfrento todas as dificuldades, vocês são tudo para mim, minha força, meu refúgio e minha fortaleza.

Minha mãe Glória, Meu pai Vicente
Minha Irmã, Aline
Minha sobrinha, Maria Júlia.

Agradeço a Deus todos os dias por ter vocês e por sermos realmente uma família.
AMO VOCÊS!

A vocês dedico todo o meu esforço!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e pela força necessária para perseverar na busca pelos meus objetivos;
Aos meus pais, pelo amor, conselhos e incentivos na busca pelos meus objetivos e por serem
exemplos de força, coragem e fé;

A minha irmã e sobrinha que sempre estavam ao meu lado;

A minha orientadora, Professora Dra Juliana Silva de Oliveira pela dedicada, honesta e
sábia orientação;

Aos meus coorientadores, professor Dr. Edson Mauro Santos e professor Dr. Felipe
Queiroga Cartaxo pelas colaborações;

A todos os colegas de turma, pelos ensinamentos e momentos de descontração;

A todos os amigos que fiz durante esse percussor e aos que já me acompanhavam, e
que sempre me apoiaram;

Ao GEF, pela fundamental colaboração na realização deste trabalho;

A todos funcionários da Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e
Regularização Fundiária (EMPAER – PB);

A todos que fazem o Centro de Ciências Agrárias-CCA;

Ao Programa de pós graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela
concessão da bolsa de estudos;

À todos que colaboraram direta e indiretamente na construção deste trabalho, meus
sinceros agradecimentos.

Utilização de palma forrageira [*Nopalea cochenillifera* (Salm Dyck)] como fonte exclusiva de forragem na dieta de ovinos

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar o consumo de nutrientes, digestibilidade aparente dos nutrientes, desempenho produtivo, parâmetros ruminais, balanço de nitrogênio, características de carcaça e análise econômica de cordeiros em confinamento. Foram utilizados 28 cordeiros não castrados, sem padrão racial definido (SRD) com peso inicial médio de aproximadamente 22,6 kg $\pm$ 2,37. O experimento durou 62 dias, sendo 10 dias utilizados como período de adaptação às dietas e instalações, seguidos de 52 dias de avaliação. Após esse período os animais foram abatidos e posteriormente coletados amostras biológicas de intestino (duodeno), rúmen (base do saco dorsal esquerdo) para análises morfométricas, em seguida foi realizada as pesagens para determinação das características quantitativas de carcaças. Os animais foram submetidos em um delineamento ao acaso com quatro tratamentos e sete repetições. Os tratamentos consistiram em uma dieta padrão contendo feno de capim buffel, suplemento concentrado e palma forrageira (controle) e três dietas contendo como fonte de forragem a palma e diferentes concentrações de farelo de trigo (30%, 37% e 44% de farelo de trigo com base na matéria seca). A altura e a largura das papilas do rúmen foram maiores e a camada muscular foi menor em cordeiros alimentados com dietas contendo 37% e 44% FT em comparação com aqueles alimentadas com dieta controle. No intestino, a profundidade das criptas foram menores nos animais que consumiram as dietas com FT. Todos os níveis de FT resultaram em menor ingestão e retenção de nitrogênio. A concentração de proteína microbiana, a eficiência da proteína microbiana, nitrogênio microbiano, uréia e glicose não foram afetadas significativamente. A inclusão do farelo de trigo afetou o consumo de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN) e carboidratos não fibroso (CNF), com exceção apenas para o consumo do extrato etéreo (EE). A digestibilidade foi influenciada pela inclusão do farelo de trigo, apenas a digestibilidade do EE e CNF, não foram comprometidos. Os animais consumindo palma forrageira como fonte exclusiva de volumoso tiveram menor consumo de matéria seca, ganho médio diário (GMD) e ganho de peso total que os animais consumindo a dieta controle ($P < 0,05$). Entretanto, todas as dietas proporcionaram GMD superiores a 200g. Os pesos finais dos animais consumindo 30 e 44% de farelo de trigo foram semelhantes aos animais consumindo a dieta controle. A inclusão do farelo de trigo proporcionou redução nos custos com alimentação e aumentou os lucros. Das características de carcaça o peso vivo ao abate, rendimento de carcaça quente e fria apresentou

contraste entre o controle (0%) e os níveis de farelo de trigo até 37% ($P<0,05$). Os cortes comerciais costilhar e lombo foram os únicos a apresentar diferença significativa ($P<0,05$) entre o tratamento controle (0%) versus 44% de FT. A alimentação de cordeiros com dietas contendo níveis de farelo de trigo, sendo a palma a única fonte volumosa, não afeta negativamente suas características de fermentação ruminal, sanguínea, urinária; concentração de nitrogênio amoniacal; pH; proteína microbiana e as características histomorfométricas ruminais e intestinais. No entanto, o desempenho produtivo, as características de carcaças e o balanço de nitrogênio são prejudicados. A utilização de dietas com palma forrageira como fonte exclusiva de volumoso e farelo de trigo como fonte de fibra podem ser utilizadas até o nível de 44% de FT na alimentação de ovinos confinados proporcionando resultados econômicos positivos.

Palavra chave: Cactos. Carcaça. Cordeiros. Ganho de peso. Morfometria do rúmen.

Use of spineless cactus [*Nopalea cochenillifera* (Salm Dyck)] as an exclusive source of forage in the diet of lambs

GENERAL ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the nutrient intake, apparent nutrient digestibility, productive performance, ruminal parameters, nitrogen balance, carcass characteristics and economic analysis of feedlot lambs. Twenty-eight uncastrated lambs without defined racial pattern (SRD) with average initial weight of approximately $22.6 \text{ kg} \pm 2.37$ were used. The experiment lasted 62 days, 10 days being used as a period of adaptation to diets and installations, followed by 52 days of evaluation. After this period the animals were slaughtered and subsequently collected biological samples of intestine (duodenum), rumen (left dorsal sac base) for morphometric analysis, then weighing was performed to determine the quantitative characteristics of carcasses. The animals were submitted to a randomized design with four treatments and seven replications. The treatments consisted of a standard diet containing buffel grass hay, concentrate supplement and forage palm (control) and three diets containing as a source of forage palm and different concentrations of wheat bran (30%, 37% and 44% of bran, wheat based on dry matter). The height and width of the rumen papillae were larger and the muscle layer was smaller in lambs fed diets containing 37% and 44% FT compared to those fed control diets. In the intestine, the crypt depth was smaller in the animals that consumed the diets with TF. All TF levels resulted in lower nitrogen intake and nitrogen balance. Microbial protein concentration, microbial protein efficiency, microbial nitrogen, urea and glucose were not significantly affected. The inclusion of wheat bran affected the consumption of dry matter (CMS), crude protein (CPB), organic matter (CMO), neutral detergent fiber (CFDN) and non-fibrous carbohydrate (CNF), except for ethereal extract (EE). The digestibility were influenced by the inclusion of the wheat bran, only the digestibility of the EE and CNF, were not compromised. The animals consuming spineless cactus as an exclusive source of roughage had less dry matter intake, GMD and total weight gain than the animals consuming the control diet ($P < 0.05$). However, all diets provided GMD greater than 200g. The final weights of the animals consuming 30 and 44% of wheat bran were similar to the animals consuming the control diet. The inclusion of wheat bran reduced feed costs and increased the profits. From carcass characteristics, slaughter live weight, hot and cold carcass yield showed control contrast (0%) versus wheat bran levels up to 37% ($P < 0.05$). The rib and loin commercial cuts were the only ones to present significant difference ($P < 0.05$) resulting in contrast, control treatment (0%) versus 44% of FT, higher weights for the control diet animals,

regarding the yields of these. Only the palette and rib cuts were influenced, since the weights of the non-carcass constituents only the full digestive tract was influenced by the different diets. Feeding lambs with diets containing wheat bran levels, palm being the only bulky source, does not negatively affect its ruminal, blood, urinary fermentation characteristics; ammoniacal nitrogen concentration; pH; microbial protein and ruminal and intestinal histomorphometric characteristics. However, productive performance, carcass characteristics and nitrogen balance are impaired. The use of forage palm diets as an exclusive source of roughage and wheat bran as a fiber source can be used up to 44% FT level in confined sheep feed providing positive economic results.

Key words: Cactus. Carcass. Lambs, Rumen morphometry. Weight gain.

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1. Composição química dos diferentes cultivares da palma forrageira.....	19
--	----

Tabela 2. Desempenho de ovinos alimentados com diferente níveis de palma forrageira em diversas pesquisas.....	24
---	----

Capítulo II

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das rações experimentais, com base na matéria seca (MS).....	38
---	----

Tabela 2. Percentual e composição química das dietas experimentais com base na matéria seca (MS).....	39
--	----

Tabela 3. Variáveis de fermentação ruminal, concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) e pH ruminal de alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo.....	44
--	----

Tabela 4. Morfometria do rúmen e intestino de cordeiros alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo.....	45
--	----

Tabela 5. Balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo	46
--	----

Capítulo III

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das rações experimentais, com base na matéria seca (MS).....	61
---	----

Tabela 2. Percentual e composição química das dietas experimentais com base na matéria seca (MS).....	62
--	----

Tabela 3. Consumo de matéria seca (CMS), proteína (CPB), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN), extrato etéreo (CEE) e carboidrato não fibrosos (CCNF) e água de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo.....	67
--	----

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade <i>in situ</i> da matéria seca (DMS), proteína (DPB), matéria orgânica (DMO), fibra em detergente neutro (DFDN), extrato etéreo (DEE) e carboidrato não fibrosos (DCNF) de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo.....	68
---	----

Tabela 5. Desempenho de cordeiros alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo.....	69
--	----

Tabela 6. Características de carcaça de ovinos alimentados com dietas a contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo.....	70
---	----

Tabela 7. Medidas morfométricas de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e noveis de farelo de trigo.....	70
Tabela 8. Peso e rendimento dos cortes comerciais de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo.....	71
Tabela 9. Custos de produção de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo.....	72
Tabela 10. Indicadores da análise econômica de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo.....	72

SUMÁRIO

Capítulo I- Revisão: Palma forrageira na alimentação de pequenos ruminantes.....	12
1-Introdução.....	13
2-Referencial teórico.....	14
3-Considerações finais.....	24
4-Referências.....	25
Capítulo II- Características ruminais, histológicas e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados em dietas contendo palma forrageira como único volumoso	31
1-Introdução.....	34
2-Material e métodos.....	35
3-Resultados.....	42
4-Discussões.....	44
6-Conclusão.....	49
7-Referências.....	50
Capítulo III - Consumo, digestibilidade, desempenho, características de carcaça e análise econômica de cordeiros alimentados com dietas contendo palma forrageira (<i>Nopalea cochenillifera</i> (salm dyck)) como único volumoso.....	54
1-Introdução.....	57
2-Material e métodos.....	58
3-Resultados.....	65
4-Discussões.....	71
5-Conclusão.....	77
6- Referências.....	78

CAPÍTULO I

Referencial teórico

Palma forrageira [*Nopalea cochenillifera* (Salm Dyck)] na alimentação de pequenos ruminantes

1 - Introdução

A pecuária do Nordeste brasileiro caracteriza-se por envolver grande número de pequenos e médios produtores (Costa et al., 2008). Todavia, as condições climáticas, ocasionadas pelas secas periódicas de maior ou menor intensidade, afetam diretamente a potencialidade da pecuária. Um dos entraves de maior relevância nos sistemas de produção nas regiões semiáridas é a subnutrição dos animais em determinados períodos do ano, devido às limitações em quantidade e qualidade de forragem disponível (Mendieta-Araica et al., 2011). Assim, faz-se necessário o uso de alimentos alternativos, especialmente forragens adaptados a estas condições, e que sejam economicamente viáveis, para consequentemente reduzir os custos e, maximizar a produção.

Uma forrageira bastante utilizada na produção de ruminantes em regiões semiáridas é a palma forrageira. A mesma é adaptada às condições edafoclimáticas da região, por pertencer ao grupo das crassuláceas e ser eficiente no uso da água, apresenta boa produtividade, possui quantidade satisfatória de carboidratos não fibrosos que são utilizados como fonte de energia para os ruminantes, além de contribuir no fornecimento de água para estes animais. Entre as espécies de palma forrageira existentes, as mais cultivadas no Nordeste brasileiro são: *Opuntia ficus-indica* Mill com as cultivares gigante, redonda e a *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, cuja cultivar é a palma miúda ou doce (Almeida, 2012).

Entretanto, a palma forrageira não pode ser utilizada como única fonte de alimento para os ruminantes, visto que, apresenta baixos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) podendo causar diarreias (Gouveia et al., 2015). Sendo então, necessário que os animais tenham acesso a outro ingrediente com considerável conteúdo de FDN e PB. Além disso, a palma forrageira apresenta em sua composição altos níveis de pectina, minerais, principalmente cálcio e também o ácido oxálico (oxalato) que em presença com o cálcio formam sais insolúveis afetando a ingestão e digestão dos ruminantes em dietas contendo palma forrageira (Ben Salem et al., 2002), especialmente quando se utiliza em elevadas quantidades.

Estas limitações presentes na palma forrageira acabam interferindo no desempenho animal, como perda de peso e distúrbios digestivos (diarreias e ruminação deficiente). No entanto, corrigidas suas limitações a mesma pode ser fornecida aos animais sem ocasionar posteriores problemas.

Desse modo, esta revisão tem como finalidade demonstrar a utilização da palma forrageira na alimentação de pequenos ruminantes e sua relação com as exigências de proteína e fibra para estes animais.

2 - Referencial teórico

2.1 Produção de forragem no Semiárido

O Semiárido Brasileiro é uma região marcada pelas chuvas escassas e mal distribuída ao longo do ano. Com isso, observam-se dois períodos distintos: o “período das águas” e o “período de seca”. Os índices pluviométricos possuem uma média de 400 mm anuais (Lima et al., 2014). Dentro destas perspectivas, ainda se encontram topografias muitas vezes desniveladas, evapotranspiração elevada durante o período de estiagem que reflete na redução da quantidade e qualidade da forragem produzida. Aliado a todas estas características ambientais, somam-se as características socioeconômicas da população produtora, que em sua maioria são carentes de recursos financeiros e muitas vezes desprovidos de tecnologias zootécnicas que garantam a mínima estrutura de um sistema de produção sustentável (Araújo, 2011).

A utilização única e exclusiva de pastagens como principal fonte de alimento para o rebanho é uma das principais características dos sistemas pecuários do Semiárido brasileiro (Pereira Filho et al., 2013). Nestas pastagens, devido às variações do clima, a produção é desuniforme ao longo do ano e reflete na produção animal que é ainda mais comprometida quando a base da alimentação são as plantas da Caatinga, pois durante a época de escassez de chuvas, a maioria das plantas desse Bioma perde suas folhas, como forma de minimizar as perdas de água e por isso, diminui rapidamente a quantidade de massa de forragem disponível (Cordão et al., 2014).

A capacidade das plantas em armazenar água nos seus tecidos, seja pela absorção ou reduzindo suas perdas por transpiração, são formas utilizadas para persistir as condições adversas do clima, outra alternativa também usadas por certas espécies são a presença de raízes profundas que conseguem absorver os nutrientes que estão nas camadas mais profundas do solo (Silva et al., 2014).

Na estação chuvosa, as pastagens são formadas pelas espécies herbáceas, arbóreas e arbustivas, que possuem características nutricionais muito relevantes para a produtividade do rebanho. Entretanto, na estação seca, o estrato herbáceo praticamente desaparece, reduzindo a

capacidade de suporte das pastagens, em consequência também ocorre redução considerável da qualidade nutricional das espécies arbóreas e arbustivas (Santos et al., 2008).

Para se produzir forragem no Semiárido Brasileiro é necessário, então, o estudo dos fatores como o clima, características do solo e obter plantas que sejam persistentes as condições dessa região, como também utilizar estratégias para suprir as necessidades de alimentos dos animais durante todo o ano e principalmente durante o período de escassez de alimentos, evitando que a estacionalidade climática comprometa a produção animal (Nardone et al., 2010). Diante disto, os efeitos negativos da escassez de forragem durante o “período de seca” podem ser contornados por meio de ações de manejo condizentes com o perfil do sistema de produção.

Para o arraçoamento dos animais principalmente no período das secas, umas das espécies que é amplamente utilizada e que merece destaque é a palma forrageira, por ser adaptada as condições de semiaridez e oferecer elevada disponibilidade de biomassa durante todo o período seco do ano, além de possuir alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca.

2.2 Características químicas e potencial produtivo da palma forrageira

A palma é uma cactácea exótica, popularmente conhecida no Brasil como palma forrageira, cujo local de origem é o continente americano, especificamente no México, as espécies domesticadas apresentam diversas finalidades, além de serem utilizadas para fins forrageiros, também são usadas para alimentação humana, produção de corantes, frutos, bebidas, cremes, etc (Lopes et al., 2012).

Entre as diversas variedades de palma existentes, as mais encontradas no Nordeste são: a palma miúda (*Nopalea cochenillifera*), palma gigante e a palma redonda (*Opuntia ficus-indica*) (Almeida et al., 2018), as duas últimas variedades se destacam por apresentar alta produtividade, maior resistência a seca e maior susceptibilidade a cochonilha-do-carmim, sendo esta praga uma grande ameaça para os palmais, pois a mesma pode causar sérios prejuízos, devido sua agressividade em debilitar as plantas. A palma miúda tem como principais características, menor susceptibilidade a cochonilha-do-carmim, baixa resistência a seca, melhor valor nutritivo e maior produção de matéria seca (Vasconcelos et al., 2009; Almeida et al., 2011).

Dentre os fatores que contribuem no incremento da produtividade da palma forrageira, destaca-se a adoção de técnicas agrícolas, pluviosidade, adubação, manejo correto do corte, espaçamento, entre outros (Silva et al., 2014).

Em estudo realizado por Silva et al. (2014) trabalhando com produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio, verificou-se que a produtividade de

massa verde nas densidades de plantio de 10.000 a 80.000 plantas ha⁻¹, variou de 118 a 639t ha⁻¹, para a palma miúda, de 113 a 518t ha⁻¹ para a palma redonda e de 100 a 400t ha⁻¹ para a palma gigante, respectivamente. Enquanto que a produtividade de massa seca na densidade de 10.000 a 80.000 plantas ha⁻¹ foi de 8,5 a 44,7t ha⁻¹ para a miúda, de 5,8 a 26,5t ha⁻¹ para a redonda e de 5,8 a 20,2t ha⁻¹ para a gigante. Os autores justificam esse comportamento pelo motivo desta cultivar miúda apresentar maior número de cladódios por plantas, mesmo não tendo se sobressaído nas demais variáveis como, comprimento, largura, espessura, massa verde e seca do cladódio em comparação com as cultivares gigante e redonda.

A composição química de qualquer espécie forrageira depende de um conjunto de fatores. A palma forrageira apresenta composição bastante variável, influenciada pelas características intrínsecas e extrínsecas, como espécie, estágio de desenvolvimento, época do ano, solo, adubação e tratamentos culturais (Rodrigues et al., 2016).

O estágio de maturidade e o estresse hídrico exposto sobre a palma forrageira é um dos fatores que mais tem influência no conteúdo de água de seus cladódios e, conseqüentemente na produção de matéria seca. Segundo Scalisi et. al (2016), a idade da planta reflete no tamanho e crescimento dos cladódios, plantas mais jovens apresentam cladódios menores, menos desenvolvidos e conseqüentemente menor teor de matéria seca, quando comparados com plantas mais velhas. Segundo os mesmos autores, o déficit hídrico também tem forte influência sobre estas características e reflete em cladódios com menores quantidades de água.

Esta cactácea apresenta características nutricionais bastante promissoras, quanto a disponibilidade de alguns nutrientes, como a elevada concentração de carboidratos, principalmente não fibrosos (47,37% com base na matéria seca), e nutrientes digestíveis totais, (56,87% com base na matéria seca), sendo considerada como importante fonte de energia para os ruminantes (Lins et al., 2016), além de apresentar baixa porcentagem de constituintes da parede celular e alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca. A quantidade de fibra detergente neutro varia (19,8–24,8%), enquanto que a fibra em detergente ácido (FDA) varia (14,8- 20,7%) (Batista et al., 2003, Batista et al., 2009). O teor médio de proteína encontra-se em torno de (4,81%) e matéria seca (11,69%) (Ferreira et al., 2010). Portanto, as principais limitações da palma forrageira está relacionada aos baixos teores de proteína e fibra, não atendendo as necessidades nutricionais dos ruminantes, que implicam na ingestão de grandes quantidades desse alimento para que sejam atendidas suas exigências.

Segundo Mertens (1992), na composição dos carboidratos não fibrosos estão inclusos os açúcares simples, amido e pectina, os dois primeiros são parte do conteúdo celular, e a pectina faz parte da parede celular, ambos possuem rápida degradação. No entanto, com padrão de

fermentação diferentes no organismo animal, enquanto que os açúcares e amido resultam em maiores quantidades de proprionato, a pectina apresenta maiores produções de acetato. Mesmo a pectina tendo rápida fermentação seu produto final gera acetato, como ocorre com a fermentação da celulose (Van Soest 1994).

Outra característica que merece destaque é a quantidade de minerais na composição química da palma forrageira, sendo estes importantes em várias funções no metabolismo animal, os mesmos apresentam relações com a absorção dos nutrientes, desempenho reprodutivo, metabolismo energético, e consequentemente com o desempenho dos animais (Lamb et al., 2008). Vários trabalhos mostram os valores destes minerais presentes na palma forrageira, como elevados teores de cálcio (Ca) (7,47%), potássio (K) (2,35%) e magnésio (Mg) (1,82%) na matéria seca (Ben Salem et al., 2005; Santos et al., 2009; Rekik et al., 2010). Em contrapartida, apresentam baixas concentrações de fósforo (P) (0,12%) e sódio (Na) (0,03%) (Wanderley et al., 2002; Rekik et al., 2010). No entanto, os alto valores de cálcio e baixos valores de fósforo elevam a relação Ca:P, que traz como consequência um desbalanço nesses minerais, que resultam em redução no consumo de matéria seca e possível surgimento de cálculos renais em ovinos (Santos et al., 2009).

Dentre as substâncias presentes na composição química da palma forrageira, destaca-se a presença de lignina. De acordo com Van Soest (1994) é definida como um composto fenólico, substância que compõe a parede celular dos vegetais e tem como característica enrijecer essa estrutura, apresentando como consequência a redução na digestibilidade da FDN. No entanto, suas proporções podem variar entre as diversas cultivares de palma existente. Estudo realizado por Cavalcante et al. (2014) encontraram maiores proporções de lignina nas cultivares gigante e redonda, quando comparada com a miúda (5,26%; 5,30% e 3,57% na matéria seca) respectivamente, os autores justificaram que estes resultados são reflexos destas cultivares ser plantas com maior estrutura, maiores cladódios e, como consequência maiores teores de compostos indigestíveis, dentre eles a lignina.

A presença de ácidos orgânicos, como o oxalato também se faz presente na palma forrageira, considerado como um composto antinutricional, que exerce efeito ligando-se ao cálcio, tornando-se indisponível para assimilação dos animais, podendo ocasionar alterações no metabolismo do Ca e fósforo (P) e mobilização excessiva de mineral ósseo (Rahman et al., 2013). Há relatos que a presença do oxalato na palma forrageira podem causar diarreias aos animais. No entanto, essas consequências podem ser influenciadas em função da quantidade de palma fornecida, que irá disponibilizar maiores ou menores valores de oxalato aos animais consumindo está cactácea.

Segundo Batista et al. (2009) para que haja possibilidade dos animais serem intoxicados pelo oxalato, o mesmo deve apresentar em tono de 2% com base na matéria seca. Entretanto, alguns ruminantes (ex: caprinos) são mais tolerante ao oxalato de Ca, quando comparados com monogástricos, pois os mesmos possuem algumas bactérias no rumém que conseguem degradar o oxalato de forma sem que sejam afetados (Allison et al., 1977). Porém (Mckenzie et al., 1983) relata que grande parte dos alimentos ingeridos cuja composição tenham presença do oxalato, passam intactos sem sofrer degradação, pois a bactéria que é capaz de degradar apresenta crescimento lento.

O conhecimento nutricional das palmas forrageiras que são utilizadas na alimentação animal torna-se necessário. Na Tabela 2 é apresentado a composição bromatológica das cultivares de palma forrageira utilizada em diferentes pesquisas.

Tabela 1. Composição química dos diferentes cultivares da palma forrageira

Autores	Composição química (%)								
	MS	PB	EE	FDN	FDA	MO	MM	CNF	LIG
Palma miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> (Salm Dyck))									
Fotius et al., 2014	17,1	2,9	1,3	20,1	9,5	91,0	-	65,0	-
Conceição et al., 2016	10,5	5,5	1,2	29,1	-	80,2	-	40,6	-
Siqueira et al., 2016	13,9	4,1	1,5	-	-	86,0	-	52,3	-
Lopes et al., 2017	8,3	7,5	1,8	23,6	-	78,9	-	46,0	-
Maciel et al., 2019	9,2	6,3	1,5	21,7	-	88,5	11,5	59,0	-
Palma gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill)									
Viera et al., 2008	8,3	3,8	1,9	33,8	18,5	-	11,4	49,2	-
Torres et al., 2009	9,9	4,0	2,5	36,4	16,8	90,3	9,6	47,3	-
Wanderley et al., 2012	9,1	4,9	21,7	31,8	20,3	87,4	12,5	50,5	3,3
Costa et al., 2012	10,8	3,9	1,6	31,2	21,7	-	11,8	53,0	-
Pessoa et al., 2013	9,3	3,8	2,4	29,0	22,5	88,0	-	52,7	5,3

Segundo Lins et al. (2016) a cactácea em questão apresenta outras características promissoras como quantidade significativa de água, o que faz desse alimento uma importante fonte hídrica em ambientes semiáridos, podendo contribuir para atender parte das exigências diárias de um animal, como também são utilizadas como fonte de energia, substituindo alguns alimentos concentrados energéticos, como o milho, que é frequentemente utilizado na alimentação dos ruminantes.

Trabalhos realizados por Gouveia et al. (2016) confirmaram que a substituição do milho pela palma em até 54% na matéria seca não constatarem diferenças significativas na produção de leite, composição do leite, ingestão de nutrientes e digestibilidade das dietas, além do custo de produção ter sido bastante promissor, pois quanto maior nível de palma na dieta menor foi o custo da ração, em consequência do custo do kg da palma ser inferior ao custo do kg do milho principalmente na região Nordeste, pois a maioria dos alimentos concentrados são oriundas de outras regiões.

Outro estudo que comprovam efeitos positivos da palma foi desenvolvido por Rekik et al. (2010) avaliando os efeitos da substituição de cevada por palma na dieta de ovelhas no terço final da gestação e início da lactação, constatarem que não houveram diferenças para algumas variáveis avaliadas como, ingestão de matéria seca, produção de colostro, concentração de imunoglobulinas no colostro entre outras, tornando-se possível a substituição da cevada por palma sem comprometer as variáveis estudadas, comprovando que a palma é uma alternativa promissora na substituição do concentrado energético na dieta dos ruminantes sem interferir no desempenho animal.

2.3 Importância da fibra fisicamente efetiva na dieta de ruminantes

O termo fibra designa um conjunto de substâncias químicas presentes na constituição da estrutura do vegetal. Estes constituintes químicos são formados por celulose, hemicelulose e lignina, este último composto não é classificado como um carboidrato e sim um composto fenólico (Alves et al., 2016).

A fração fibrosa do alimento é a parte que mais se destaca da dieta dos ruminantes, pois a mesma está relacionada à manutenção da estabilidade do ambiente ruminal, através do estímulo a mastigação, motilidade do rúmen, fornecimento de energia, entre outros. Como também é o componente do alimento de maior influência sobre o consumo e a digestibilidade (Mertens, 2000).

Mertens (1997) determinou alguns conceitos para fibra e este tem sido objeto de vários estudos, como a FDN fisicamente efetiva (peFDN) e FDN efetiva (eFDN). A peFDN refere-se diretamente ao tamanho de partícula do alimento (granulometria) e a capacidade deste em estimular a atividade mastigatória promovendo a produção de saliva (Zhão et al., 2010). A saliva de ruminantes é rica em bicarbonato de sódio que é o principal tamponante do rúmen. Assim, dietas ricas em peFDN resultam na manutenção do pH ruminal dentro de um intervalo de normalidade, evitando assim distúrbios metabólicos, enquanto a eFDN corresponde a capacidade total da FDN de um alimento em substituir a FDN de uma forragem na ração (Silva,

2013) como por exemplo, os subprodutos fibrosos denominados de fontes de fibra não forragem, podem apresentar concentrações de FDN semelhante à de forragens, entretanto, diferem sobre a efetividade da fibra de maneira que não altera a gordura do leite.

O pH ruminal é o parâmetro que influencia na degradação dos alimentos, seu valor aceitável varia entre 5,5 a 7,0, onde o mesmo tem estreita relação com o tipo de alimentação consumida pelo animal, dietas com maior tamanho de partícula resultam em maior pH do rúmen (Greenwood et al., 1997; Beharka et al., 1998). No entanto, os protozoários e bactérias celulolíticas necessitam de pH igual ou superior a 6,2, enquanto que as bactérias amilolíticas necessitam de pH mais ácidos em torno de 5,8. Após a alimentação os valores de pH são mais baixos, principalmente quando as dietas são ricas em concentrados. Entretanto, quando a quantidade de fibra da dieta é limitada e a taxa de fermentação de carboidratos é rápida, pode ocasionar redução do pH por longos períodos prejudicando o ambiente ruminal (Furlan et al., 2011, Valadares Filho & Pina, 2011).

Diante da importância da fibra, os ruminantes em geral requerem adequada ingestão da mesma em sua dieta. Com isso, a inclusão de palma forrageira na alimentação de ruminantes promove alguns cuidados quanto as proporções de alguns nutrientes, entre eles, a ingestão adequada da fibra é um dos pontos que merece destaque, tendo em vista que a palma apresenta características promissoras como já citada anteriormente para o desempenho favorável dos ruminantes.

Vários trabalhos vem mostrando a necessidade de associar a palma forrageira a outras fontes de alimentos fibrosos para que não ocorram maiores problemas. Um estudo avaliando a substituição de até 56% da MS de feno de capim elefante por palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) proporcionou redução no pH com média 6,2 para todos os tratamentos (Bispo et al., 2007). Esta redução pode estar relacionada a rápida digestão dos carboidratos (CNF) da palma que oferece substrato para fermentação de bactérias que produzem ácido propiônico. A consequência da queda do pH é devido ao crescimento de bactérias que produzem ácido lático, e consequentemente podem ocasionar acidose ruminal (Marques et al., 2017).

Ramos et al. (2013) avaliando diferentes fontes de fibra em dietas a base de palma forrageira na alimentação de ovinos, observaram que os teores de fibras do feno de capim Tifton e outras fibras não advindas de forragem como a casca de soja e caroço de algodão, não diferiram estatisticamente. Demonstrando que pode-se utilizar a palma forrageira como fonte exclusiva de forragem, desde que seja associada a fonte de fibra, seja esta advinda de forragem ou concentrado, visando manter o pH ruminal a níveis adequados.

Alimentação de caprinos cuja dieta apresentava redução de feno de capim Tifton e aumento de palma gigante diminuíram o pH ruminal, consequência da baixa concentração de fibra fisicamente efetiva (Souza et al., 2009). Ovinos alimentados com dietas contendo em torno de 74% de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) associada ao milho, feno de capim Tifton ou casca de soja proporcionaram pH superior a 6,2 (Santos et al., 2010).

Um estudo avaliando alimentação de ovinos à base de palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia associados a diferentes suplementos resultou em pH igual ou superior 6,5 (Pessoa et al., 2013). O poder tamponante da saliva favoreceu a manutenção do pH (Van Soest, 1994), como também as proporções entre carboidratos fibrosos e não fibrosos das dietas experimentais proporcionou as condições normais de saúde ruminal.

Sendo assim, é preciso cuidado na utilização de altos níveis de palma forrageira na dieta de ruminantes, tendo em vista que a mesma apresenta rápidos processos fermentativos dos carboidratos solúveis que contribuem na redução pH ruminal, tornando os ruminantes propensos a distúrbios metabólicos que afetam a eficiência e o desempenho animal (Vieira et al., 2008; Khafipour et al., 2011).

2.4 Consumo, digestibilidade e desempenho de ovinos alimentados com palma forrageira

A palma forrageira é considerada a principal fonte de forragem durante a estação seca na região semiárida do Nordeste brasileiro, um fator importante da palma, é que diferentemente de outras forragens, apresenta alta palatabilidade e alta taxa de degradação ruminal, sendo a matéria seca degradada rapidamente, proporcionando maior taxa de passagem (Marques et al., 2017) e consequentemente, consumo semelhante ao dos concentrados o que favorece sua participação na dieta dos ruminantes.

Trabalhos realizados por Einkamerer et al. (2009) corroboram com as afirmações acima, realizando experimento com dietas a base de palma forrageira e feno de alfafa para ovinos da raça Dorper wether, verificaram que não houve diferenças significativa para a variável de ganho médio diário entre os tratamentos analisados, em contrapartida, melhorou a digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica nos tratamentos que tinham maior inclusão da palma. Gebremariam et al. (2006) em estudo realizados com ovelhas alimentadas com palma forrageira e tef (*Eragrostis tef*) concluíram que alimentação a base de palma para os ruminantes aumenta a digestibilidade como também melhora o valor nutritivo de volumoso de baixa qualidade devido ao seu alto conteúdo de carboidratos.

Autores relatam que a inclusão de palma forrageira nas dietas de ruminantes modificou o comportamento ingestivo, como redução no tempo de ruminação e até mesmo o tempo de

ingestão, porém não ocasionou distúrbios digestivo nos animais (Bispo et al., 2010). No que se refere a ruminação isto pode estar relacionado à redução de FDN na dieta, pois o tempo gasto em ruminação é proporcional ao teor de parede celular dos alimentos (Van Soest, 1994), porém o menor conteúdo de FDN resulta em menor tempo gasto com essa atividade (Fotius et al., 2016). O lado favorável dessa particularidade da palma é que quanto menos o animal gastar com atividades físicas, consequentemente o gasto energético será reduzido (Missio et al., 2010), induzindo que a inclusão de palma forrageira pode reduzir as exigências de energia de manutenção. Já quando se trata do tempo de ingestão pode estar atribuído ao baixo teor de fibra fisicamente efetiva, alta palatabilidade, além disso, o fornecimento da palma triturada expõe sua mucilagem, favorecendo assim a adesão de outros alimentos menos palatáveis facilitando o consumo (Ferreira, 2005).

Tegegne et al. (2007) verificou que a substituição de feno por palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) na alimentação de ovinos trouxe resultados satisfatórios, trazendo um leve aumento de peso no tratamento com até 60%, confirmando também que não ocorreu distúrbios digestivos com o nível máximo de 80% de palma forrageira. A substituição do feno de capim-elefante pela palma aumentou os coeficientes de digestibilidade de matéria seca, matéria orgânica e carboidratos totais com o aumento dos níveis de inclusão de palma na dieta (Bispo et al., 2007).

A ingestão voluntária de água de bebida é outra característica importante da palma, principalmente para animais das regiões Semiáridas, com isso estudos mostram que essa ingestão poder ser reduzida com o consumo de palma. Alimentação de ovinos com níveis crescentes de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) reduziram o consumo de água com o aumento da inclusão de palma na dieta (França et al., 2009, Cavalcante et al., 2008, Costa et al., 2009, Costa et al., 2012b,). Esta redução é reflexo do alto teor de água na palma, atendendo a necessidade dos animais, refletindo na diminuição da ingestão de água via bebedouros. Sendo uma alternativa para solucionar o problema da escassez de água para os animais das regiões semiárida (Rodrigues et al., 2016).

O desempenho dos animais apresentam ganhos promissores com a inclusão de palma da dieta. Diante disso, a Tabela 2 mostra desempenhos de ovinos alimentados com diferentes proporções de palma forrageira em diferentes dietas.

Tabela 2. Desempenho de ovinos alimentados com diferentes níveis de palma forrageira em diversas pesquisas

Autores	% Palma da dieta/MS	Consumo/MS g/dia	Digestibilidade g/dia	Ganho de peso g/dia
Felix et al., (2016)	0	962	719	140
	33	927	776	151
	66	1.037	811	178
	100	921	770	149
Costa et al., (2012b)	0	1,3	702	255
	25	1,4	719	236
	50	1,5	762	218
	75	1,4	764	231
	100	1,3	809	210
Mendez Llorente et al., (2011)	0	1,14	650	329
	10	1,08	650	254
	20	990	640	213
	30	850	640	185
	40	830	640	227

3 - Considerações finais

O uso da palma forrageira na alimentação animal é bastante tradicional entre os produtores das regiões com baixa e irregular pluviosidade. Portanto, essa cultura é de grande importância para as regiões semiáridas, devido sua adaptabilidade ao clima dessa região, e por proporcionar bons resultados de desempenho para os animais quando utilizadas em arranjos adequados as dietas.

Esta cactácea contribui para a oferta de alimentos nos períodos de estiagens de chuvas, apresentando alta produtividade, além de servir de fonte de água para os animais, especialmente quando colhida no período de maior turgor.

A palma forrageira tornou-se uma importante fonte de nutrientes na dieta de ruminantes, pois a mesma apresenta características nutricionais adequadas para ser incluída na alimentação desses animais. Entretanto, esta cactácea não pode ser fornecida como único componente da dieta, por apresentar baixa porcentagem de fibra fisicamente efetiva e proteína. Sendo assim, faz-se necessário adição de outros ingredientes para suprir essas carências. Corrigidas suas limitações, os animais terão desempenhos satisfatórios.

4 - Referências

- Allison, M. J., Littledike, E. T., James, L. F. 1977. Changes in Ruminal Oxalate Degradation Rates Associated with Adaptation to Oxalate Ingestion 1, 2. *Journal of Animal Science*. 45 (5), 1173-1179.
- Almeida, A. A., Silva, R. A., Araújo, W. L., et al. 2011. Plant health problems caused by the carmine cochineal the Cariri in west palm forage Paraibano. *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável*. 6 (3), 98 – 108.
- Almeida, R. F. 2012. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semiárido brasileiro. *Revista Verde*. 7 (4), 08-14.
- Almeida, H. A., Pinto, I. D. O. P., dos Santos Neto, J. 2018. A diagnosis and alternative of the revitalization of spineless cactus in semi- arid of the state of Paraíba. *Brazilian Applied Science Review*. 2 (4), 1346-1359.
- Alves, A. R., Pascoal, L. A. F., Cambuí, G. B., et al. 2016. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. *Pubvet*. 10 (7), 568-579.
- Araújo, S.M.S. 2011. A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. *Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE*. 5 (5), 88-98.
- Batista, Angela M., Mustafa, A. F., McAllister, T., et al. 2003. Effects of variety on chemical composition, in situ nutrient disappearance and in vitro gas production of spineless cacti. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83 (5), 440-445.
- Batista, Ângela M. V., Ribeironeto, A. C., Lucena, R. B., et al. 2009. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. *Rangeland ecology & management*. 62 (3), 297-301.
- Beharka, A.A., Nagaraja, T. G., Morrill, J. L., et al. 1998. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*. 81 (7), 1946-1955.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Salem, L. B. 2002. Supplementation of *Acacia cyanophylla* Lindl. Foliage based diets with barley or shrubs from arid areas (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis* and *Atriplex nummularia* L.) on growth and digestibility in lambs. *Animal Feed Science and Technology*. 96, 15–30.
- Ben Salem, H., Abdouli, H., Nefzaoui, A., et al. 2005. Nutritive value, behaviour, and growth of Barbarine lambs fed on oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) and supplemented

- or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) pads. Small Ruminant Research. 59, 229-237.
- Bispo, S. V., Ferreira, M. D. A., Vêras, A. S. C., et al. 2007. Spineless cactus in replacement of elephantgrass hay: effect on intake, apparent digestibility and ruminal fermentation characteristics in sheep. Revista Brasileira de Zootecnia. 36 (6), 1902-1909.
- Bispo, S. V., Ferreira, M. D. A., Vêras, A. S. C., et al. 2010. Ingestive behavior of lactating cows and sheep fed diets with spineless cactus. Revista Brasileira de Zootecnia. 39 (9), 2024-2031.
- Cavalcanti, C. V. D. A. U., Ferreira, M. D. A., Carvalho, M. C. U., et al. 2008. Palma forrageira enriquecida com ureia em substituição ao feno de capim-tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. Revista Brasileira de Zootecnia. 37 (4), 689-693.
- Cavalcante, L. A. D., Arruda S, G. R., Marques S, L., et al. 2014. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. Pesquisa Agropecuária Tropical. 44 (4), 10-1590.
- Cordão, M. A., Silva, A. M. D. A., Cézar, M. F. 2014. Efeito da suplementação com blocos multinutricionais sobre o desempenho e características de carcaça de ovinos e caprinos na Caatinga. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 66 (6), 1762-1770.
- Costa, R. G., Almeida, C. C., Pimenta Filho, E.C., et al. 2008. Caracterização do sistema de produção de caprino e ovino na região semiárida do estado da Paraíba Brasil. Archia Zootecnia. 57 (218), 195-205.
- Costa, R. G., Queiroga, R. C. R. E., & Pereira, R. A. 2009. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. Revista Brasileira de Zootecnia. 38, 307-321.
- Costa, R. G., Pinto, T. F., Medeiros, G. R. D., et al. 2012a. Meat quality of Santa Inês sheep raised in confinement with diet containing cactus pear replacing corn. Revista Brasileira de Zootecnia. 41 (2), 432-437.
- Costa, R. G., Treviño, I. H., De Medeiros, G. R., et al. 2012b. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. Small Ruminant Research. 102 (1), 13-17.
- Einkamerer, O. B., De Waal, H. O., Combrinck, W. J., et al. 2009. Feed utilization and growth of Dorper wethers on Opuntia-based diets. South African Journal of Animal Science. 39 (1), 53-57.

- França, S. D. R. D. L., Gonzaga Neto, S., Pimenta Filho, E. C., et al. 2009. Comportamento ingestivo de ovelhas Morada Nova no terço final de gestação com níveis de energia metabolizável na dieta. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 10 (1), 73-84.
- Felix, S. C. R., Pessoa, R. A. S., de Andrade Ferreira, M., et al. 2016. Intake, performance, and carcass characteristics of lambs fed spineless cactus replacing wheat bran. *Tropical animal health and production*. 48 (2), 465-468.
- Ferreira, M. A. 2005. Palma Forrageira na Alimentação de Bovinos Leiteiros. Recife: UFRPE. Imprensa Universitária, 68.
- Ferreira, M. de A., Pessoa, R. A. S., Bispo, S. V. 2010. Otimização de dietas a base de palma forrageira e outras alternativas de suplementação para regiões semiáridas. *Simpósio de produção de gado de corte*. 7, 241-266.
- Fotius, A. C. A., Ferreira, M. D. A., Vêras, A. S. C., et al. 2014. Estratégia de nutrientes para ovinos em distintas sequências de fornecimento alimentar em dieta a base de palma forrageira. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 15, n. (2).
- Furlan, R. L., Macari, M., & Faria Filho, D. E. 2011. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. In: Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, S. G. (Ed.). *Nutrição de ruminantes*. 2. Jaboticabal: Funep, 1-25.
- Gebremariam, T., Melaku, S., Yami, A. 2006. 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*. 131 (1-2), 43-52.
- Gouveia, L. N. F., Maciel, M. V., Soares, P. C., et al. 2015. Perfil metabólico de ovinos em crescimento alimentados com dietas constituídas de feno ou silagem de maniçoba e palma forrageira. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 35 (1), 5-9.
- Gouveia, J.S.S., Souza, O., V., Arruda, S. G. R., et al. 2016. Partial replacement of corn by forage cactus in the diets of lactating goats. *Semina: Ciências Agrárias*. 37 (2), 969-976.
- Greenwood, R.H., Morrill, J. L., Titgemeyer, E. C. et al. 1997. A new method of measuring diet abrasion and its effect on the development of the forestomach. *Journal of Dairy Science*. 79 (10), 2534-2541.
- Khafipour, E., Plaizier, J. C., Aikman, P. C., et al. 2011. Population structure of rumen *Escherichia coli* associated with subacute ruminal acidosis (SARA) in dairy cattle. *Journal of dairy science*. 94 (1), 351-360.

- Lamb, G. Cliff., Brown, D. R., Larson, J. E., et al. 2008. Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in superovulated Angus heifers. *Animal reproduction science*. 106 (3-4), 221-231.
- Lopes, E. B., Santos, D. D., Vasconcelos, M. D. 2012. Cultivo da palma forrageira. *Palma forrageira: Cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino*. 21-60.
- Lima, J. V. L., Sousa Pinheiro, M., & Guedes, L. M. C. 2014. Populações microbianas cultiváveis do solo e serapilheira de uma unidade de conservação no semiárido brasileiro. *Enciclopédia Biosfera*. 10 (18), 2301.
- Lins, S.E.B., Pessoa, R. A. S., Ferreira, M. D. A., et al. 2016. Spineless cactus as a replacement for wheat bran in sugar cane-based diets for sheep: intake, digestibility, and ruminal parameters. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 45, n. (1), 26-31.
- Marques, O. F. C., Paula Gomes, L. S., Mourthé, M. H. F. et al. 2017. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. *Caderno de Ciências Agrárias*. 9 (1), 75-93.
- Mckenzie, R. A., Schultz, K. 1983. Confirmation of the presence of calcium oxalate crystals in some tropical grasses. *The Journal of Agricultural Science*. 100 (1), 249-250.
- Mendieta-Araica, B., Spörndly, R., Reyes-Sánchez, N., et al. 2011. Moringa (*Moringa oleifera*) leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows fed low protein diets in tropical areas. *Livestock Science*. 137 (1-3), 10-17.
- Mendez Llorente, F., Ramirez Lozano, R. G., Lopez Carlos, M. A., et al. 2011. Performance and nutrient digestion of lambs fed incremental levels of wild cactus (*Opuntia leucotrichia*). *Journal of Applied Animal Research*. 39, (3), 248-251.
- Mertens, D. R. 1992. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. *Simpósio Internacional de Ruminantes*. 1, 01-32.
- Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirement of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 80, 1463.
- Mertens, D. R. 2000. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: 11th Florida Ruminant Nutrition Symposium. vol. 142.
- Missio, R. L., Brondani, I. L., Alves Filho, D. C., et al. 2010. Ingestive behavior of feedlot finished young bulls fed different concentrate levels in the diet. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39 (7), 1571-1578.
- Pereira Filho, J. M.; Silva, A. M. D. A., Cézar, M. F. et al. 2013. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*. 14 (1), 77-90.

- Pessoa, R. A. S., Ferreira, M. D. A., Silva, F. M. D., et al. 2013. Different supplements associated to spineless cactus in diets for sheep: intake, apparent digestibility and ruminal parameters. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 14 (3), 508-517.
- Rahman, M. M., Abdullah, R. B., & Wan Khadijah, W. E. 2013. A review of oxalate poisoning in domestic animals: tolerance and performance aspects. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 97 (4), 605-614.
- Ramos, A.O., Ferreira, M., Veras, A., et al. 2013. Diferentes fontes de fibra em dietas a base de palma forrageira na alimentação de ovinos. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*. 14 (4), 648-659.
- Rekik, M., Salem, H. B., Lassoued, N., et al. 2010. Supplementation of Barbarine ewes with spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* F. Inermis) cladodes during late gestation-early suckling: Effects on mammary secretions, blood metabolites, lamb growth and postpartum ovarian activity. *Small Ruminant Research*. 90 (1), 53-57.
- Rodrigues, A.M., Pitacas, F. I., Reis, C. M. G., et al. 2016. Nutritional value of *Opuntia ficus-indica* cladodes from Portuguese ecotypes. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 22 (1), 40-45.
- Santos, G.R.A., Batista, Â. M. V., Guim, A et al. 2008. Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na Caatinga. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 37, 1876-1833.
- Santos, K.L.L., Guim, A., Batista, Â. M. V., et al. 2009. Balanço de macrominerais em caprinos alimentados com palma forrageira e casca de soja. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 10 (3), 546-559.
- Santos, A. O. A., Batista, Â. M., Mustafa, A., et al. 2010. Effects of Bermuda grass hay and soybean hulls inclusion on performance of sheep fed cactus-based diets. *Tropical animal health and production*. 42 (3), 487-494
- Scalisi, A., Morandi, B., Inglese, P., et al. 2016. Cladode growth dynamics in *Opuntia ficus-indica* under drought. *Environmental and Experimental Botany*. 122, 158-167.
- Souza, E. J., Guim, A., Batista, Â. M., et al. 2009. Effects of soybean hulls inclusion on intake, total tract nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. *Small ruminant research*. 85 (1), 63-69.
- Silva, M. R. H. D., Neumann, M. 2013. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: Conceitos e importância na nutrição de ruminantes. *Fazu em Revista*. 9, 69-84.
- Silva, M. L., Lara F, J., Almeida V, P. A., et al. 2014. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. *Ciência Rural*. 44 (11), 2064-2071.

- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., et al. 2010. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*. 130 (1-3), 57-69.
- Vieira, E. L., Batista, Â. M., Guim, A., et al. 2008. Effects of hay inclusion on intake, in vivo nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. *Animal Feed Science and Technology*. 141 (3-4), 199-208.
- Wanderley, W.L., Ferreira, M. D. A., Andrade, D. D., et al. 2002. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 31 (1), 273-281.
- Valadares Filho, S. C., Pina, D. S. 2011. Fermentação ruminal. In: Berchielli, T.T., Pires, A. V., Oliveira, S.G. (Ed.) *Nutrição de ruminantes*. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 161-192.
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476.
- Vasconcelos, A. G. V., Lira, M. de A., Cavalcanti, V. L. B., et al. 2009. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmin (*Dactylopius opuntiae*), *Revista Brasileira Zootecnia*. 38 (5), 827-831.
- Zhao, X. H.; Zhang, T., Xu, M., et al. 2014. Effects of physically effective fiber on chewing activity, ruminal fermentation, and digestibility in goats. *Journal of animal Science*. 89 (2), 501-509.

Capítulo II

Características ruminais, histológicas e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com dietas contendo palma como único volumoso

Características ruminais, histológicas e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com dietas contendo palma como único volumoso

Resumo

Este estudo avaliou as características de fermentação ruminal, histológica, sanguínea e urinária, bem como a concentração de nitrogênio amoniacal, pH, balanço de nitrogênio e proteína microbiana em cordeiros alimentados com dietas contendo palma forrageira como única fonte de forragem e níveis de farelo de trigo (FT) em comparação com uma dieta de controle contendo palma forrageira e feno de capim-buffel. Foram utilizados 28 cordeiros não castrados, sem padrão racial definido (SRD) com peso inicial médio de aproximadamente $22,6 \text{ kg} \pm 2,37$. O experimento durou 62 dias, sendo 10 dias utilizados como período de adaptação às dietas e instalações, seguidos de 52 dias de avaliação. Os tratamentos consistiram de uma dieta padrão (controle) contendo capim-buffel e palma forrageira e três dietas contendo palma como única fonte de forragem, além de concentrações variadas de FT (30, 37 e 44%, na base de matéria seca). Os resultados foram avaliados pela análise de variância e os contrastes foram aplicados no nível de probabilidade de 5% para comparação das médias. A altura e a largura das papilas do rúmen foram maiores e a musculatura foi menor em cordeiros alimentados com dietas contendo 37% e 44% FT em comparação com aqueles alimentados com dieta controle. No intestino, as criptas foram menores nos animais que consumiram as dietas com 30, 44 e 37% de FT. Todos os níveis de FT resultaram em menor ingestão e retenção de nitrogênio. A concentração de proteína microbiana, a eficiência da proteína microbiana, nitrogênio microbiano, uréia e glicose não foram afetadas significativamente. A alimentação de cordeiros com dietas contendo níveis de farelo de trigo, sendo a palma a única fonte volumosa, não afeta negativamente suas características de fermentação ruminal, sanguínea e urinária; concentração de nitrogênio amoniacal; pH; proteína microbiana e as características histomorfométricas ruminais e intestinais. No entanto, o balanço de nitrogênio foi prejudicado.

Palavras-chave: Ácidos graxos voláteis. Morfologia do rúmen. Nitrogênio amoniacal. Proteína microbiana.

Ruminal and histological characteristics and nitrogen balance in lamb fed diets containing cactus as the only roughage

Abstract

This study examined rumen-fermentation, histological, blood and urinary characteristics as well as ammoniacal nitrogen concentration, pH, nitrogen balance and microbial protein in lamb fed diets containing spineless cactus as the sole roughage source plus levels of wheat bran (WB) in comparison to a control diet based on spineless cactus and buffel grass hay. Twenty-eight uncastrated lambs without defined racial pattern (SRD) with average initial weight of approximately $22.6 \text{ kg} \pm 2.37$ were used. The experiment lasted 62 days, 10 days being used as a period of adaptation to diets and facilities, followed by 52 days of evaluation. The treatments consisted of a standard diet (control) containing buffel grass and spineless cactus and three diets containing cactus as the only roughage source plus varied concentrations of WB (30, 37 and 44%, on a dry matter basis). Results were evaluated by analysis of variance and contrasts were applied at the 5% probability level for mean comparison. Rumen villi height and width were greater and musculature was lower in the lamb fed diets containing 37% and 44% WB compared to those fed control diet. In the intestine, the crypts were smaller in the animals which consumed the diets with 30, 44 and 37% WB. All WB levels resulted in lower nitrogen intake and retention. Microbial protein concentration, microbial protein efficiency, microbial nitrogen, urea and glucose were not significantly affected. Feeding lambs with diets containing wheat bran levels, palm being the only bulky source, does not negatively affect its ruminal, blood and urinary fermentation characteristics; ammoniacal nitrogen concentration; pH; microbial protein and ruminal and intestinal histomorphometric characteristics. However, the nitrogen balance was impaired.

Keywords: Ammoniacal nitrogen. Microbial protein. Rumen morphology. Volatile fatty acids

1 - Introdução

Nas regiões áridas e semiáridas, a estação seca representa um grande obstáculo à produção animal, devido à escassez de alimentos e ao valor nutricional reduzido das pastagens disponíveis. Um alimento alternativo encontrado em abundância nessas regiões é a palma forrageira, graças à sua adaptação às condições climáticas do solo nessas regiões (Galvão Júnior et al. 2014). Como tal, a palma forrageira é usada em grandes proporções nas dietas de animais como uma fonte de forragem quase exclusiva. No entanto, seu uso exclusivo como fonte de volumoso na alimentação animal é evitado devido aos seus baixos níveis de fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta, alto teor de água e minerais, que levam à perda de peso e diarreia (Wanderley et al., 2002; Santos et al., 2010).

Além disso, parte dos problemas decorrentes do uso de altas concentrações da palma nas dietas de ruminantes pode ser consequência de alterações no ambiente ruminal (Ferreira et al., 2010; Sousa et al., 2018). Pinho et al. (2018) observaram que a falta de FDN em forrageiras além da palma reduziu o pH do rúmen em cabras e aumentou a produção volátil de ácidos graxos no rúmen. Alterações nas características ruminais, como pH, concentração de ácidos graxos e pressão osmótica, levam a alterações no epitélio ruminal, principalmente em termos do tamanho das papilas (Martens et al., 2012). As células do tecido do intestino delgado também podem mudar de estrutura de acordo com a alimentação ingerida (Zitnan et al., 2008).

Essas alterações histológicas podem comprometer a eficiência na utilização de nutrientes, afetando negativamente o balanço de nitrogênio, entre outros fatores e, conseqüentemente, o desempenho animal. Pinho et al. (2018) descobriram que altos níveis de palma nas dietas de cabras reduziram a digestibilidade dos nutrientes da dieta como resultado do declínio do pH ruminal.

É possível que o uso de farelo de trigo, um ingrediente de baixo custo e com altos níveis de FDN, possa diminuir parcialmente esses problemas, possibilitando o uso de dietas contendo palma como única fonte de forragem. A associação da palma forrageira com farelo de trigo é uma alternativa promissora na alimentação de cordeiros, pois esse alimento concentrado possui as características necessárias para manter a saúde ruminal nesses animais (Soares et al. 2004). No entanto, nenhum estudo investigou a associação entre farelo de trigo e palma forrageira sem outra fonte de fibra fisicamente efetiva (peNDF) na dieta de cordeiros em confinamento.

Neste cenário, o presente estudo propõe avaliar as características de fermentação ruminal, histológica, sanguínea e urinária, bem como a concentração de nitrogênio amoniacal, pH, balanço de nitrogênio e proteína microbiana em cordeiros mestiços alimentados com dietas

contendo palma forrageira como única fonte de forragem associada a níveis de farelo de trigo em comparação com uma dieta controle baseada em palma e feno de capim-buffel.

2 - Material e Métodos

2.1 Local e caracterização

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no Brasil (aprovação nº 8179070318). O experimento ocorreu entre março e maio de 2018 no galpão de confinamento na Estação experimental Benjamim Maranhão, pertencente à Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária (EMPAER), em Tacima - PB, Brasil (35 ° 38 '14 "W e 6 ° 29' 18 "S). A precipitação média anual e a temperatura na região de estudo são 431,8 mm e 26 °C, respectivamente.

2.2 Animais, dietas e manejo

Vinte e oito cordeiros sem padrão racial definido (SRD), não castrados, com idade média de 6 meses e peso inicial médio de $22,6 \pm 2,37$ kg foram utilizados no estudo. O experimento durou 62 dias, sendo 10 dias utilizados como período de adaptação às dietas e instalações, e 52 dias de avaliação. Os animais foram avaliados em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e sete repetições.

As dietas experimentais foram compostas por palma forrageira moída (*Nopalea cochenillifera* cv. Miúda), feno de capim-buffel (*Cenchrus ciliaries*), farelo de soja, farelo de milho, farelo de trigo (FT) e suplementos minerais (Tabela 1). Os tratamentos consistiram em uma dieta padrão contendo feno de capim-buffel e palma forrageira (controle) e três dietas contendo palma forrageira como única fonte de forragem, além de diferentes concentrações de FT (30, 37 e 44%, na base de matéria seca).

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das rações experimentais, com base na matéria seca (MS)

Item, g kg ⁻¹ de MS	Palma	Feno de capim buffel	Farelo de milho	Farelo de soja	Farelo de trigo	Ureia
Matéria seca *	169,72	836,17	857,01	718,52	812,66	995,40
Matéria orgânica	155	777	847,42	672,79	773,01	990,02
Proteína bruta	29,60	95,33	95,12	480,70	164,17	2.810
Extrato etéreo	21,21	18,58	50,28	34,13	45,54	-
FDNcp	182,27	714,66	104,27	242,90	394,22	-
FDA	88,29	387,08	23,91	98,33	108,29	-
Matéria mineral	81,43	70,53	11,57	64,20	47,98	4,60
Carboidratos totais	870,4	813,0	753,1	421,0	742,3	-
Carboidratos não fibrosos	664,1	544,3	604,1	148,2	331,2	-
Celulose	77,81	287,79	20,54	94,44	88,34	-
Hemicelulose	93,06	327,51	80,18	144,46	286,80	-

*Com base na matéria natural.

As dietas foram calculadas como isonitrogenadas para atender aos requisitos para cordeiros sem padrão racial definido (SRD) com peso médio inicial de 22,0 kg para ganho de 200 g / animal / dia, de acordo com o NRC (2007) (Tabela 2). Alimentos e água estavam disponíveis a vontade. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 08h00 e 16h00, e as sobras foram colhidas e pesadas diariamente para calcular a ingestão voluntária e, em seguida, reajustar a quantidade oferecida para garantir 10% de sobras.

Tabela 2. Percentual e composição química das dietas experimentais com base na matéria seca (MS).

Item	Dietas experimentais ¹			
	Controle	30%FT	37%FT	44%FT
<i>Ingrediente (g kg⁻¹ MS)</i>				
Palma forrageira	382,64	382,73	382,90	382,69
Feno de capim buffel	258,33	0,00	0,00	0,00
Farelo de Soja	154,04	71,64	56,94	42,19
Farelo de Milho	184,16	232,58	177,70	114,02
Farelo de Trigo	0,00	294,41	363,36	441,57
Uréia	1,96	0,00	0,49	0,79
Suplemento mineral	11,77	11,78	11,78	11,78
Cloreto de amônio	6,87	6,87	6,87	6,87
Sulfato de amônio	0,22	0,00	0,05	0,09
<i>Composição química (g kg⁻¹ MS)</i>				
Matéria seca ²	282,05	259,41	269,50	255,86
Matéria orgânica	257,75	237,27	249,44	234,08
Proteína bruta	127,69	129,95	129,71	122,66
Extrato etéreo	27,10	34,66	34,54	34,40
Fibra em detergente neutro	343,48	253,30	269,45	288,07
Fibra fisicamente efetiva	329,13	231,43	261,22	269,42
Matéria mineral	88,25	83,72	85,56	82,92
Carboidratos totais	513,10	439,80	439,20	450,30
Carboidratos não fibrosos	268,21	317,30	322,92	329,63
Nutrientes digestíveis totais	70,12	75,54	75,35	75,26
Energia Metabolizável	2,52	2,72	2,71	2,71
Celulose	122,01	67,24	70,82	75,06
Hemicelulose	157,10	149,04	162,54	177,32
Lignina	30,88	10,95	12,08	13,37

¹Controle= feno de buffel, palma e suplemento concentrado; 30%FT= palma, 30% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado; 37%FT= palma, 37% de farelo de trigo com base na MS, e suplemento concentrado; 44%FT= palma, 44% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado. ² g kg⁻¹ com base na matéria natural.

As fezes foram coletadas na porção final do reto no 15º dia (6h), 16º dia (9h), 17º dia (12h) e 18º dia (15h). A quantidade de matéria seca fecal excretada, utilizada para determinar a digestibilidade aparente dos alimentos e os nutrientes digestíveis totais (NDT), foi estimada pela concentração de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) obtida após a incubação in situ dos alimentos, sobras e fezes durante um período de 240 horas em bovinos fistulados (Casalli et. al., 2008).

2.3 Preparação das amostras e análises laboratoriais

Amostras das dietas, sobras e fezes foram pré-secas, trituradas e homogeneizadas para análises químicas, que foram realizadas em duplicata. Os métodos propostos pela *Association of Official Analytical Chemists* - AOAC (1997) foram aplicados para determinar as

concentrações de matéria seca (MS) (método 934.01), nitrogênio (PB) (método 954.01), sendo a proteína bruta (PB) obtida por meio da multiplicação do total de nitrogênio por 6,25, extrato etéreo (EE) (método 920.39) e cinzas (MM) (método 942.05). A metodologia de Van Soest et al. (1991) foi utilizada para determinar os níveis de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), utilizando um *analisador de fibra* ANKOM 200 (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, EUA). A fibra em detergente neutro e detergente ácido foram corrigidas para cinzas e proteínas, com seus resíduos incinerados em um forno mufla a 600 °C por 4 h. O conteúdo de FDN e FDA foi corrigido para cinzas e proteínas (FDNcp e FDAcp) por Licitra, Hernandez e Van Soest (1996) e Mertens (2002). O conteúdo de hemicelulose foi determinado como a diferença entre o conteúdo de FDN e FDA.

Para estimativa dos carboidratos totais (CT), utilizou-se a equação proposta por Sniffen et al. (1992): $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$. Para o cálculo dos carboidratos não-fibrosos (CNF), foi utilizada a equação preconizada por Hall (2000) para alimentos que contêm uréia, em razão da sua presença na dieta oferecida: $CNF = 100 - [(\%PB - (\%PB \text{ uréia} + \%uréia)) + \%FDNcp + \%EE + \%cinzas]$, em que PB uréia e FDNcp significam, respectivamente, proteína bruta advinda da uréia e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

A fibra fisicamente efetiva (peNDF) nas dietas experimentais foi analisada pela metodologia de Kononoff et al. (2003).

2.4 Determinação dos parâmetros ruminais

As amostras de líquido ruminal foram coletadas no 51º dia de confinamento, as quatro horas após o fornecimento da ração pela manhã, utilizando uma sonda esofágica. As amostras foram filtradas com gaze e colocadas em dois tubos Eppendorf de 1,5 mL para análises de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), ácidos graxos voláteis (AGV), proteína microbiana e pH. As amostras de líquido ruminal foram centrifugadas em um tubo Eppendorf a 12.000 rpm por 10 min e o sobrenadante foi então transferido para um novo tubo Eppendorf para análise de amônia e proteína solúvel (peptídeos e aminoácidos).

A eficiência de síntese de proteína microbiana foi obtida por meio da divisão da síntese de proteína microbiana (g/dia) com o consumo de nutrientes digestíveis totais (kg/dia).

O pH do líquido ruminal foi medido imediatamente após a coleta usando um medidor de pH digital (Handylab 1 - SCHOTT). As concentrações de nitrogênio amoniacal foram determinadas pelo método colorimétrico desenvolvido por Chaney e Marbach (1962).

Os ácidos graxos voláteis foram determinados usando um cromatógrafo líquido de alto desempenho (SPD-10A VP, SHIMADZU) acoplado a um detector ultravioleta. As leituras

foram feitas no comprimento de onda de 210 nm. As concentrações de AGV foram analisadas em uma coluna HPX-87H (BIORAD) (30 cm × 4,5 mm de diâmetro, taxa de fluxo da coluna 0,8 / mL min) sob pressão de 74 kgf, com água em ácido sulfúrico 0,05 MM como fase móvel e injetado volume de 20 µL.

2.6 Coleta de sangue e análise bioquímica

As amostras de sangue foram coletadas no 51º de confinamento, às 12:00h, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da ração pela manhã. O sangue foi coletado em tubos de vácuo de 7 mL por punção venosa jugular após desinfecção com álcool iodado. Após a coleta, as amostras foram imediatamente centrifugadas a 2.500 rpm por 15 min e o sobrenadante foi separado em um tubo Eppendorf de 1,50 mL, que foi armazenado a -20 °C para posterior análise. A glicose e a uréia foram analisadas usando um analisador bioquímico (Thermo Scientific Genesys 10S Vis. EUA) com um fotômetro de comprimento de onda múltiplo. Os testes foram realizados com kits comerciais (Labtest).

2.7 Coleta e análise de urina

As amostras pontuais de urina foram coletadas quatro horas após o fornecimento da ração pela manhã, durante a micção espontânea, usando bolsas coletoras (bolsas de colostomia adaptadas de 65 mm) que foram fixadas aos animais. Após a micção, a amostra de cada animal foi filtrada e alíquotas de 10 mL foram removidas, imediatamente diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036 N (Valadares et al. 1999) evitando destruição bacteriana dos derivados de purinas e a precipitação do ácido úrico, e armazenadas a -15°C em potes plásticos identificadas para posteriores.

A excreção diária de creatinina (mg/kg de PC) foi determinada pela multiplicação da concentração de creatinina pelo peso corporal médio de cada ovino, dividido pela concentração de creatinina (mg/L), como demonstrado a seguir:

$$\text{EDC} = \text{CCT (mg/L)} \times \text{VU (L)} / \text{PC (kg)}$$

Onde: EDC = excreção diária de creatinina (mg/L) (coleta total); VU = o volume urinário; PC = peso corporal do animal (kg).

Foi considerado que cada animal excreta 17,05 mg de creatinina por kg de peso corporal (Pereira, 2012) e, a partir da concentração de creatinina, na amostra spot da urina, foi calculado o volume diário excretado como demonstrado a seguir:

$$\text{VU (L)} = \text{EDC/Ccspot}$$

Para determinação do balanço de compostos nitrogenados (BN), foi obtido a diferença entre o total de nitrogênio ingerido (N-total) e o total de nitrogênio excretado nas fezes (N-fezes), e na urina (N-urina). A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi feita segundo metodologia descrita pela AOAC (1990).

Os teores urinários de alantoína, xantina e hipoxantina foram determinados segundo Chen & Gomes (1992). As concentrações de ácido úrico e ureia na urina foram determinadas utilizando-se *kits* comerciais (Bioclin®).

Para determinação da excreção total dos derivados de purina, realizou-se a soma da alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia) foi estimada a partir da excreção de derivados de purinas totais (Y, mmol/dia), por meio das equações propostas por Chen & Gomes (1992), para ovinos:

$$Y = 0,84X + (0,150 PV0,75 e -0,25X)$$

Em que: Y é a excreção de derivados de purinas (mmol/dia); e X corresponde às purinas microbianas absorvidas (mmol/dia).

O fluxo intestinal de N microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da quantidade de purinas absorvidas (X, mmol/dia), segundo a equação descrita por Chen & Gomes (1992):

$$NM = X \text{ (mmol/d)} \times 70 = 0,727X \text{ } 0,83 \times 0,116 \times 1000$$

Assumindo-se a digestibilidade de 0,83 para as purinas microbianas, a relação 0,116 de N purina: N total e o conteúdo de N das purinas de 70 mg N/mmol.

2.8 Balanço de nitrogênio

O balanço de nitrogênio (BN) foi determinado subtraindo o nitrogênio total excretado nas fezes (N Fezes) e na urina (N Urina) da ingestão de nitrogênio (N Fornecido – N Sobras), representando o N total efetivamente retido no corpo do animal. A seguinte equação foi usada: $N \text{ Retido} = (N \text{ Fornecido} - N \text{ Sobras}) - (N \text{ Fezes} + N \text{ Urina})$.

As amostras de fezes foram colhidas diretamente da ampola retal dos animais por quatro dias consecutivos. Em seguida, foram pesados, identificados e armazenados a -15°C . No final do período de coleta, essas amostras foram homogeneizadas (uma amostra composta formada por animal) e pré-secas em forno mufla a 65°C por 72 h.

Todas as amostras de alimentos, sobras e fezes foram incubadas em bovinos fistulados por 240 h em mini-sacos (tecido não-tecido; $12,0 \times 8,0$ cm) contendo aproximadamente 4 g do material, em partículas de 2,0 mm, foram utilizados em triplicata. Após o período de incubação, os sacos foram lavados com água fria corrente, secos em estufa a 60°C por 72 h (Casalli et al. 2008). Em seguida, as amostras foram pesadas para determinar a MS fecal, e o FDN indigestível

foi analisado de acordo com a metodologia descrita por Detmann et al. (2012). As excreções fecais de MS e N foram determinadas pela seguinte equação: MS Fezes = consumo de marcador (kg) / concentração de marcador nas fezes (%); N Fezes = (MSFezes * % Nfezes) / 100.

As concentrações de creatinina urinária e uréia urinária foram estimadas usando kits comerciais. Os valores de uréia foram convertidos em nitrogênio da uréia, multiplicando os valores obtidos pelo fator 0,466. O teor total de nitrogênio urinário foi determinado pelo método de Kjeldhal (Silva e Queiroz 2002). O volume urinário total foi estimado como a razão entre a excreção diária de creatinina e a concentração urinária de creatinina (mg / dL). A excreção diária de creatinina foi calculada multiplicando o peso corporal do animal pela concentração média de creatinina por unidade de peso corporal, conforme proposto na equação descrita por Chizzotti et. al. (2006): $CE = 32,27 - 0,01093 \times PV$, onde CE = excreção diária de creatinina (mg kg⁻¹ PV) e PV = peso vivo (kg).

2.5 Morfometria do rúmen e intestino

Após o abate, foram colhidas amostras biológicas de intestino (duodeno), rúmen (base do saco dorsal esquerdo), fixadas em solução de formaldeído a 10% por pelo menos 48 horas e embebidas em parafina de acordo com o procedimento padrão (Heleno et al. 2011). Posteriormente feitas seções de 5 µm de espessura. Foi utilizada coloração com hematoxilina-eosina e as imagens digitais foram capturadas usando um microscópio Olympus BX-60 e uma câmera Zeiss AxioCam com o software Motic Image Plus 2.0.

As seguintes variáveis foram consideradas nas análises morfométricas do intestino: altura das vilosidades, profundidade da cripta, razão vilosidade: cripta e espessura da camada submucosa e muscular. As seguintes variáveis foram medidas para as análises morfométricas do rúmen: altura da papila, largura da papila e espessura da camada muscular. Foram utilizados seis animais de cada grupo de tratamento (dieta), seguindo o processamento histológico descrito acima. Três fotomicrografias foram digitalizadas por animal com objetiva de 5x. Foram realizadas três medidas em cada fotomicrografia, totalizando uma amostra “n” de 54 medidas por tratamento (animal × fotomicrografia × medidas).

2.9 Análise estatística

Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA), utilizando o software RStudio (versão 3.5.1). As médias foram comparadas por contrastes (tratamentos: controle vs. 30% FT; controle vs. 37% FT; e controle vs. 44% FT) pelo teste de Dunnett no nível de significância de 5%.

3 - Resultados

As variáveis de fermentação do rúmen, concentração de nitrogênio amoniacal e pH do líquido ruminal não diferiram significativamente entre as dietas testadas ($P > 0,05$). Os valores médios para essas variáveis foram 22,07 mmol L⁻¹ de ácido acético, 2,32 mmol L⁻¹ de ácido propiônico e 1,41 mmol L⁻¹ de ácido butírico; 13,43 mM (N-NH₃); e 6,34 (pH), respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Variáveis de fermentação ruminal, concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e pH ruminal de cordeiros alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo

Variáveis	Níveis de farelo de trigo ^a				EPM ^b	Contraste ^c			P-Valor
	0	30,0	37,0	44,0		0 × 30	0 × 37	0 × 44	
Acético (mmol L ⁻¹)	22,1	22,8	22,0	21,4	1,43	ns	ns	ns	0,519
Propiônico (mmol L ⁻¹)	2,40	2,11	2,27	2,49	0,17	ns	ns	ns	0,103
Butírico (mmol L ⁻¹)	1,42	1,40	1,39	1,41	0,09	ns	ns	ns	0,057
N-NH ₃ (mM)	9,23	16,2	10,3	18,0	2,93	ns	ns	ns	0,887
pH	6,46	6,46	6,30	6,14	0,14	ns	ns	ns	0,230

^aControle - suplemento de feno de buffel, palma forrageira e concentrado; 30,0 - 30% de farelo de trigo à base de matéria seca, palma forrageira e suplemento concentrado; 37,0 - 37% de farelo de trigo à base de matéria seca, palma forrageira e suplemento concentrado; 44,0 - 44% do farelo de trigo à base de matéria seca, palma forrageira e suplemento concentrado.

^bEPM - Erro padrão da média. ^c0 × 30 - contraste de controle e 30; 0 × 37 - contraste de controle e 37; 0 × 44 - contraste de controle e 44.

As variáveis referentes às medidas morfométricas do rúmen foram influenciadas pelo nível de inclusão 37% e 44% de FT nas dietas sem fonte de volumoso ($P < 0,05$) (Tabela 4). Entretanto, os resultados encontrados para as variáveis morfométricas intestinais foram influenciadas por todas as dietas, exceto a submucosa e a relação vilosidade: cripta. Os cordeiros alimentados com as dietas com 37% e 44% de FT apresentaram vilosidades ruminais maiores, mais amplas e menos musculatura do que aquele que receberam dieta controle. No intestino, apesar das vilosidades serem maiores nos grupos alimentados com dietas contendo 30% e 44% de FT, apresentou profundidade da cripta menor, esse resultado também foi observado no grupo alimentado com 37% de FT, quando comparado ao controle.

Tabela 4. Morfometria do rúmen e intestino de cordeiros alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo

Variáveis (µm)	Níveis de farelo de trigo ^a				EPM ^b	Contraste ^c			P-Valor
	0	30,0	37,0	44,0		0 × 30	0 × 37	0 × 44	
Rúmen									
Tamanho de papila	1425	1767	1927	2347	109,7	ns	*	*	<,0001
Largura de papila	420	414	416	461	13,9	ns	ns	*	0,005
Camada muscular	2255	1868	1564	1675	37,3	ns	*	*	<,0001
Intestino									
Vilo	309	356	274	368	14,3	*	ns	*	<,0001
Cripta	446	374	361	406	14,1	*	*	*	0,003
Submucosa	744	805	811	756	30,5	ns	ns	ns	0,436
Camada muscular	350	345	346	297	13,0	ns	ns	*	0,030
Vilo/cripta	0,78	0,89	0,86	0,94	0,06	ns	ns	ns	0,059

^aControle - suplemento de feno de buffel, palma forrageira e concentrado; 30,0 - 30% de farelo de trigo à base de matéria seca, palma forrageira e suplemento concentrado; 37,0 - 37% de farelo de trigo à base de matéria seca, palma forrageira e suplemento concentrado; 44,0 - 44% do farelo de trigo à base de matéria seca, palma forrageira e suplemento concentrado. ^bEPM - Erro padrão da média. ^c0 × 30 - contraste de controle e 30; 0 × 37 - contraste de controle e 37; 0 × 44 - contraste de controle e 44.

A ingestão de nitrogênio e o N retido foram influenciados pelas dietas ($P < 0,05$) (Tabela 5). No entanto, as demais variáveis não foram alteradas significativamente ($P > 0,05$). Todos os níveis de FT levaram a diminuição tanto na ingestão de N, como no N retido. No nível de 44%, a ingestão de N diminuiu 61% e o N retido diminuiu 48%, em comparação com os resultados obtidos com a dieta controle.

A concentração de proteína microbiana, a eficiência da proteína microbiana, o nitrogênio microbiano, a uréia, a glicose e a uréia no sangue não foram significativamente afetadas pelas dietas ($P > 0,05$), com média de 89,76 mg dL⁻¹, 115,41 g CP kg⁻¹ NDT, 14,25 g dia⁻¹, 62,40 mg dL⁻¹ e 32,90 mg dL⁻¹, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo

Variáveis	Níveis de farelo de trigo ^a				EPM ^b	Contraste ^c			P-Valor
	0	30,0	37,0	44,0		0 × 30	0 × 37	0 × 44	
N-ingerido (g dia ⁻¹)	28,4	19,6	20,2	17,4	0,94	*	*	*	<,0001
N-fecal (g dia ⁻¹)	6,82	5,88	5,85	6,10	0,43	ns	ns	ns	0,687
N-urinário (g dia ⁻¹)	0,86	0,83	1,10	1,09	0,14	ns	ns	ns	0,306
BN ^d (g dia ⁻¹)	20,7	12,9	13,2	10,0	0,69	*	*	*	<,0001
Pmic ^e (mg dL ⁻¹)	91,3	72,0	95,0	100,6	6,93	ns	ns	ns	0,689
EM ^f (gPB kg ⁻¹ NDT)	114	97,8	121,9	127,6	6,93	ns	ns	ns	0,234
Nmic ^g (g dia ⁻¹)	14,5	11,5	14,8	16,0	1,03	ns	ns	ns	0,689
NUS ^h (mg dL ⁻¹)	145	79,8	116	115	14,8	ns	ns	ns	0,396
Glicose (mg dL ⁻¹)	63,2	61,0	59,4	66,0	3,46	ns	ns	ns	0,263
NUP ⁱ (mg dL ⁻¹)	36,6	25,6	35,0	34,4	3,30	ns	ns	ns	0,060

^aControle - suplemento de feno de buffel, palma forrageira e concentrado; 30,0 - 30% de farelo de trigo à base de matéria seca, palma forrageira e suplemento concentrado; 37,0 - 37% de farelo de trigo à base de matéria seca, palma e suplemento concentrado; 44,0 - 44% do farelo de trigo à base de matéria seca, palma forrageira e suplemento concentrado. ^bEPM – Erro padrão da média. ^c0 × 30 - contraste de controle e 30; 0 × 37 - contraste de controle e 37; 0 × 44 - contraste de controle e 44. ^dbalanço de nitrogênio aparente, ^econcentração de proteína microbiana, ^feficiência microbiana, ^gfluxo intestinal de nitrogênio microbiano, ^hconcentração de nitrogênio na urina, ⁱconcentração de nitrogênio da uréia no plasma sanguíneo.

4 - Discussão

As fontes e a quantidade de carboidratos e nitrogênio na dieta podem determinar a concentração de N-NH₃ no rúmen, uma vez que a capacidade de síntese de proteínas da utilização de bactérias e amônia depende da taxa de fermentação de carboidratos (Van Soest 1994). Dessa maneira, o equilíbrio entre energia e proteína na dieta é um fator que determina a cinética do rúmen (Russel et al., 1992).

No caso de uma porcentagem insuficiente de carboidratos, a síntese protéica microbiana será deficiente, forçando as bactérias do rúmen a desaminar os aminoácidos já presentes no ambiente ruminal a utilizar os esqueletos de carbono como fonte de energia (Russel e Rychlick, 2001). Se não ocorre síntese microbiana de proteínas, os níveis de amônia no rúmen são mais altos (Teixeira, 1990).

Por outro lado, é necessária uma quantidade mínima de N-NH₃ para o crescimento microbiano adequado. Baixas concentrações de N-NH₃ no rúmen limitam a atividade de bactérias celulolíticas, reduzindo a síntese microbiana. Como afirmado por Detmann et al. (2009), pelo menos 8 mg / dL de N-NH₃ são necessários para evitar essa ocorrência. No presente

estudo, todas as dietas forneceram concentrações de N-NH₃ no rúmen superiores ao valor acima indicado (média 13,43 mM), não interferindo na síntese protéica microbiana (Tabelas 3 e 5).

Na análise de AGV no rúmen, as dietas resultaram em níveis de acetato, propionato e ácido butírico de 85,6, 9,0 e 5,4%, respectivamente (Tabela 3). O tipo de AGV produzido no rúmen está relacionado à composição da dieta. Os resultados obtidos para a produção de acetato provavelmente foram influenciados pelas quantidades consideráveis de pectina presentes na palma forrageira.

Segundo Van Soest (1994), apesar de ser rapidamente fermentado no rúmen, esse carboidrato gera acetato como produto final de fermentação, como ocorre com a fermentação da celulose. Embora diferentes fontes de fibras tenham sido utilizadas na dieta controle e nos demais tratamentos, independentemente de serem originárias de volumoso ou concentrado, ao chegarem ao rúmen, foram utilizadas da mesma maneira pelos microrganismos do rúmen nas vias metabólicas.

As vias metabólicas da bactéria ruminal também são influenciadas pelo pH ruminal. Quando o pH do rúmen é baixo, os microorganismos que participam das vias de produção de acetato e propionato tendem a cessar sua atividade na via de acetato para utilizar as vias de acrilato e succinato, porque esses dois produzem menos hidrogênio (Kozloski 2002). No entanto, o valor médio do pH ruminal (6,43) permaneceu alto em todos os animais que receberam as diferentes dietas, mesmo quando apenas o FT foi usado como fonte de fibra, o que mostra que não houve declínio do pH, o que culminaria em alterações nas vias de fermentação. A grande proporção de acetato sugere que não houve alterações na população microbiana do rúmen ou nas vias metabólicas utilizadas por esses microrganismos.

As alterações observadas na morfometria do rúmen e intestino podem ser devidas ao maior conteúdo energético das dietas que contêm FT, em comparação à dieta controle (Tabela 2). A altura das papilas ruminais aumentou juntamente com a inclusão do FT nas dietas. A largura da papila, no entanto, foi influenciada apenas pelo tratamento com 44% do FT. Esses resultados podem ter sido influenciados pela inclusão de uma fonte de fibra, no caso o FT, que consequentemente aumentou a energia das dietas.

As dietas contendo 30 e 44% de FT levaram a vilosidades intestinais mais altas (356,05 e 368,76 μ m, respectivamente), o que também foi uma consequência do conteúdo energético dessas dietas. Sun et al. (2011) afirmaram que alguns dos fatores que causam diferenças morfométricas no epitélio ruminal são o tipo e a quantidade de alimento utilizado e seu conteúdo de nitrogênio. A captação de energia da dieta é responsável pela manutenção e renovação celular; assim, quando há energia suficiente disponível, ocorrem mudanças no

epitélio ruminal (Sakata e Tamate 1979). Esse processo requer um grande gasto de energia e proteínas, o que mostra que a absorção nutricional está positivamente relacionada à rotatividade (Sakata e Tamate 1979).

Pluske et al. (1997) demonstraram que a altura das vilosidades está correlacionada positivamente com o ganho de peso corporal e a ingestão de nutrientes, uma vez que uma maior área de contato entre a mucosa intestinal e a ração aumenta sua absorção (Gomide-Junior et al., 2004), o que resulta em melhores índices de desempenho.

No entanto, a razão vilosidade: cripta não diferiu entre os animais que receberam as diferentes dietas. Juntamente com a redução na ingestão de N observada nos cordeiros alimentados com palma forrageira como o único volumoso e FT (Tabela 5), este resultado explica o menor desempenho dos animais alimentados com as dietas contendo 30%, 37% e 44% FT (0,23; 0,22 e 0,23 kg/dia respectivamente) quando comparadas aqueles que receberam dieta controle.

As medidas histomorfométricas da profundidade da cripta intestinal mostraram-se influenciadas pela inclusão alimentar do FT, considerando que todos os tratamentos resultaram em valores mais baixos dessa variável em comparação à dieta controle. O desenvolvimento da cripta está positivamente relacionado à ingestão de nutrientes, pois ajuda a proliferar as células epiteliais localizadas nas criptas intestinais (Absalan et al., 2011). Assim, o fato do tratamento controle levar ao aumento da ingestão de N (Tabela 5) provavelmente resultou em uma profundidade de cripta também maior (Tabela 4).

A adição de farelo de trigo às dietas reduziu a espessura da camada muscular do rúmen, e esse efeito foi observado nos contrastes entre o tratamento controle e as dietas com 37 e 44% de FT. Essa redução provavelmente está relacionada à diminuição da taxa de ruminação, uma vez que as dietas contendo FT contêm menos FDN, o que resultou em menor hiperplasia e hipertrofia das fibras musculares. A fonte de volumoso utilizada na dieta controle foi o feno de capim-buffel, que contém fibra mais efetiva (Tabela 2). Isso, por sua vez, favoreceu a motilidade ruminal, consequentemente levando a um maior desenvolvimento da camada muscular (Suárez et al., 2006).

Quando a palma foi utilizada como única fonte de forragem, a ingestão de N diminuiu, o que é uma consequência da redução na ingestão de MS. As dietas contendo palma forrageira e farelo de trigo resultaram em menor consumo de MS que a dieta controle. A ingestão de matéria seca foi de 1415,91, 986,25, 979,36 e 926,53 g / dia, em média, para os animais que receberam dieta controle e as dietas contendo 30, 37 e 44% de PB, respectivamente.

Ramos et al. (2013) verificaram ingestão de N de 21,89 a 25,82 g / animal / dia após a alimentação do cordeiro com palma forrageira. Esses valores estão próximos da ingestão de N de 28,47 g mostrada pelos cordeiros que receberam dieta controle, no presente estudo. Entretanto, quando a palma foi o único volumoso e o farelo de trigo foi a principal fonte de fibra, a ingestão de N foi menor. No estudo de Ramos et al. (2013), por outro lado, os animais também foram alimentados com outras fontes volumosas além da palma. Abidi et al. (2013) observaram ingestão de N de 16,1 a 22,4 g / animal / dia, semelhante ao resultado encontrado no experimento atual.

Apesar da falta de diferenças significativas na excreção fecal e urinária de nitrogênio, a menor ingestão de N resultou no menor balanço de nitrogênio nos animais alimentados com as dietas contendo 30, 37 e 40% FT quando comparadas às alimentadas com dieta controle.

O farelo de trigo e o farelo de soja contêm níveis semelhantes de proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR). No entanto, o farelo de trigo contém 21,64% de PIDA, enquanto o farelo de soja contém 4,11% desse componente químico (Ghoorchi e Arbabi 2011). A proteína insolúvel em detergente ácido está associada à lignina, complexos proteína-tanino e produtos da reação de Maillard, e é resistente à digestão pelas enzimas dos microrganismos do rúmen e dos animais (Ghoorchi e Arbabi 2011).

Como o FT foi adicionado às dietas para atender aos requisitos de fibra dos cordeiros, a inclusão do farelo de soja foi reduzida proporcionalmente (Tabela 2). Assim, embora todas as dietas apresentassem conteúdo semelhante de proteína bruta, aquelas que incluíam FT apresentaram maior concentração de PNDR indigestível. Como resultado, os animais que consumiram as dietas com FT excretaram 7,18% mais N nas fezes proporcionalmente à ingestão de N do que os do grupo controle, cuja dieta incluiu maior quantidade de farelo de soja.

Os principais fatores que influenciam o crescimento microbiano no rúmen são energia e nitrogênio (Clark et al. 1992). Observamos que mesmo com a redução do consumo de nitrogênio, não houve diferença na produção de proteínas microbianas e g PBmic kg⁻¹, essa falta de efeito da dieta é devida à razão adequada entre proteína e energia nas dietas (Tabela 2), o que pode ser verificado pela falta de efeito na concentração de N-NH₃, AGV no rúmen e excreção urinária de nitrogênio (Tabelas 3 e 5). A proteína microbiana é de grande importância para atender aos requisitos de proteína de um ruminante, pois é capaz de fornecer a maioria dos aminoácidos no intestino delgado devido ao seu perfil de aminoácidos essenciais de alta qualidade (NRC 2001).

A concentração média de glicose no sangue foi de 60 mg dL⁻¹, que está dentro da faixa de 50 a 80 mg dL⁻¹ citada por Kaneko et al., (2008) para cordeiro. A glicemia não é sensível a

diferenças na ingestão de alimentos. Assim, grandes variações na gliconeogênese e na utilização de glicose não resultam necessariamente em variações consideráveis no nível de glicose no sangue (Moura et al. 2016).

A uréia foi encontrada em uma concentração média de 30 mg dL⁻¹, que também está dentro dos limites ideais (17,12 a 42,8 mg dL⁻¹) para cordeiros, conforme estabelecido por Kaneko et al., (2008). Níveis elevados de uréia no soro podem estar relacionados ao equilíbrio inadequado entre os níveis de proteína e energia da dieta, com captação excessiva de proteínas ou déficit de energia (Gonzalez et al. 2000), o que não ocorreu no presente estudo, como mencionado anteriormente.

Nenhuma das dietas resultou em perdas de nitrogênio devido ao excesso de PDR. Nesse sentido, no caso de excesso de PDR, se não for usado no rúmen para a síntese de proteínas microbianas, o excesso de amônia será absorvido pela parede do rúmen e transportado para a corrente sanguínea até ser reciclado no ciclo da uréia, enquanto o nitrogênio não utilizado será excretado na urina (Russel et al. 1991), aumentando a excreção urinária de N.

Segundo o NRC (2007), o requisito de PDR é baseado no conteúdo de NDT da dieta mais o FDN corrigido, quando o conteúdo de FDNpe é inferior a 20%. Para os animais avaliados no presente estudo, foi de 91,5 g / dia. A falta de diferenças significativas na excreção urinária de N indica que todas as dietas foram capazes de atender ao requisito de PDR do cordeiro. No entanto, os resultados obtidos para o PNDR indigestível, excretado nas fezes como N fecal, sugerem que as dietas contendo 30, 37 e 44% FT levaram a uma redução na ingestão de proteínas metabolizáveis, não apenas como consequência da diminuição da ingestão da MS, mas também do menor conteúdo digerível do PNDR.

5 - Conclusão

Cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de farelo de trigo, com a palma forrageira como única fonte volumosa, não afeta suas variáveis de fermentação ruminal, sanguínea e urinária; concentração de nitrogênio amoniacal; pH; proteína microbiana e as características histomorfométricas ruminais e intestinais. No entanto, o balanço de nitrogênio foi comprometido, em casos de dietas com grandes alterações na proporção de proteína verdadeira. Sendo assim, aconselha-se a utilização de dietas com palma forrageira como fonte exclusiva de volumoso e farelo de trigo como fonte de fibra até o nível de 44% de FT na alimentação de ovinos confinados.

6 - Referências

- Abidi, S., Ben Salem, H., Nefzoui, A., Vasta, V., Priolo, A., 2013. Silage composed of *Opuntia ficus-indica* f. inermis cladodes, olive cake and wheat bran as alternative feed for barbarine lamb. Proc. 7rd International Congress on Cactus Pear and Cochineal, Palermo, 2013 (ISHS Acta Horticulturae), DOI: [10.17660/ActaHortic.2013.995.36](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.995.36)
- Absalan, M., Afzalzade, A., Mirzaee, M., Sharifi, S. D., Khorvash, M., & Kazemi-Benchenari, M. 2011. Feeding of whole cottonseed on performance, carcass characteristics and intestinal morphology of Zandi lambs, South African Journal of Animal Science, 41(3), 309-317
- Association of Official Analytical Chemists, AOAC. 1997. Official Methods of Analysis, (16th ed. Washington)
- Association of Analytical Chemists (AOAC), 1990. Official methods of analysis, 12th ed. AOAC International, Washington, D.C
- Casalli, A.O., Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Pereira, J.C., Henriques, L.T., Freitas, S.G., Paulino, M.F., 2008. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ, Revista Brasileira de Zootecnia, 37, 335- 342
- Chaney, A, L., Marbach, E, P., 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia, Clinical Chemistry, 8, 130-132
- Chen, X. B., Gomes, M. J., 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details, Rowett Research Institute, Bucksburn, 1-21
- Chizzotti, M.L., Valadares Filho, S.C., Valadares, R.F.D., Chizzotti, F. H. M., Campos, J. M. D. S., Marcondes, M. I., Fonseca, M. A., 2006. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos, Revista Brasileira de Zootecnia, 35(4), 1813-1821
- Clark, J. H., Klusmeyer, T. H., Cameron, M. R., 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fraction to the duodenum of dairy cows, Journal of Dairy Science, 75, 2304-2323
- Detmann, E., M. F. Paulino, H. C. Mantovani, S. C. Valadares Filho, C. B. Sampaio, M. A. Souza, I. Lazzarini, and K. S. C. Detmann. 2009. Parameterization of ruminal fibre

- degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics, *Livestock Science*, 126:136–146
- Detmann, E., Souza, M. A., Valadares Filho, S. C., Queiroz, A. C., Berchielli, T. T., Saliba, E. O. S., Azevedo, J. A. G., 2012. Métodos para análise de alimentos-INCT-Ciência Animal, (Suprema, Visconde do Rio Branco)
- Ferreira, M.A., Pessoa. R.A.S., Silva, F.M., Bispo, S.V. 2010. Palma forrageira e uréia na alimentação de vacas leiteiras, (EDUFRPE, Recife)
- Galvão Júnior, J. G. B., Silva, J. B. A., Moraes, J. H. G., Lima, R. N., 2014. Cactus in ruminant feeding: culture and use, *Acta Veterinaria Brasilica*, 8, 78-85
- Ghoorchi, T., & Arbabi, S. 2010. Study of protein characteristic of five feeds by CNCPS model, *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5(8), 584-591
- Gomide-Júnior, M. L., Sterzo, E. V., Macari, M., Boleli, I. C., 2004. Use of scanning electron microscopy for the evaluation of intestinal epithelium integrity, *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, 1500–1505
- Gonzalez, F. H., Barcellos, J., Ospina, H., Ribeiro, L. A. 2000. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte, In: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Org.), *Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*, 2000, p.106-120
- Hall, M. B. (2000). Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. Gainesville: University of Florida, 25.
- Heleno, A.R., Santos, L.M., Miglino, M.A., Peres, J.A., Guerra, R.R., 2011. Biometria, histologia e morfometria do sistema digestório do cachorro-do-mato (*Cercopithecus thous*) de vida livre, *Biotemas*, 24, 111-119
- Kaneko, J.J., Harvey, J.W., Bruss, M.L., 2008. *Clinical biochemistry of domestic animals* (San Diego CA: Academic Press)
- Kononoff, P. J., Heinrichs, A. J., Buckmaster, D. R., 2003. Modification of the Penn State Forage and Total Mixed Ration Particle Separator and the Effects of Moisture Content on its Measurements, *Journal of Dairy Science*, 86, 1858-1863
- Kozloski, G.V., 2002. *Bioquímica dos ruminantes*, (1 ed. Santa Maria: UFSM)
- Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds, *Animal Feed Science and Technology*, 57, 347-358
- Martens, H., Rabbani, I., Sheng, Z., Stumpff, F., Deiner, C., 2002. Changes in rumen absorption processes during transition, *Animal Feed Science and Technology*, 172, 95-102

- Mertens, D.R., 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study, *Journal of Association of Official Analytical Chemists international*, 85, 1217-1240
- Moura, J.H.A., Araujo, G.G.L., Saraiva, E.P., Albuquerque, I.R.R., Turco, S.H.N., Costa, S.A.P., Santos, N.M., 2016. Ingestive behavior of crossbred Santa Inês sheep fed water with different salinity levels, *Semina: Ciências Agrárias*, 37, 2, 1057-1068
- National Research Council – NRC, 2001. Nutrient requirements of small ruminants. 7ed. Washington: The National Academic Press. 381p.
- National Research Council – NRC, 2007. Nutrient requirements of small ruminants: Sheep. Goats. Cervids. And New World Camelids, (Washington. D.C.)
- Pinho, R.A., Santos, O.C., Oliveira, J.S., Carvalho, G.G.P., Silva, T.C., Macedo, A.J.S., Corrêa, Y.S., Zanine, A.M., 2018. Does the level of forage neutral detergent fiber affect the ruminal fermentation, digestibility and feeding behavior of goats fed cactus pear? *Animal Science Journal*, 89, 1424-1431
- Pluske, J.R., Hampson, D.J., Williams, I. H, 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review, *Livestock Production Science*, 51, 215-236
- Ramos, A.O., Ferreira, M.A., Vêras, A.S.C., Costa, S.B.M., Conceição, M.G., Silva, E.C., Salla, L.E., Sousa, A.R.D.L, 2013. Different fiber sources in diets based on spineless cactus in sheep feeding, *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14, 648-659
- Russell, J. B., Onodera, R., Hino, T., 1991. Ruminal protein fermentation: new perspectives on previous contradictions, In *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*, 681-697
- Russel, J.B., O'Connor, J.D., Fox, D.G., Sniffen, C.J., Van Soest, P.J., 1992. A Net Carbohydrate and Protein System for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation, *Journal of Animal Science*, 70, 3551-3561
- Russel, J.B., Rychlick, J.L., 2001. Factor that alter rumen microbial ecology, (*Science Washington*), 1119-1122
- Sakata, T., Tamate H., 1979. Rumen epithelium cell proliferation accelerated by propionate and acetate, *Journal of Dairy Science*, 62, 49-52
- Santos, A. O. A., Batista, Â. M. V., Mustafa, A., Amorim, G. L., Guim, A., Moraes, C., Lucena, R. B., Andrade, R., 2010. Effects of Bermudagrass hay and soybean hulls inclusion on performance of sheep fed cactus-based diets, *Tropical Animal Health and Production*, 42, 487- 494

- Silva, D.J., Queiroz, A.C., 2002. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos (Viçosa, MG: UFV)
- Sniffen, C. J., O'connor, J. D., Van Soest, P. J., Fox, D. G., Russell, J. B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability, *Journal of Animal Science*, 70, 3562-3577
- Soares, C. A., Campos, J. M. S., Valadares Filho, S.C., Valadares, R.F.D., Mendonça, S.S., Queiroz, A.C., Lana, P.R.P., 2004. Intake, Apparent Digestibility, Milk Production and Composition in Dairy Cows Fed with Wheat Middlings, *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, 2161-2169
- Sousa, N.M., Oliveira, J.S., Silva, D.S., Santos, E.M., Medeiros, A.N., Ramos, J.P.F., Brito, E.A., 2018. Levels of neutral detergent fiber in diets with forage palm for dairy goats, *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70, 5, 1595-1604
- Suárez, B. J., Van Reenen, C. G., Gerrits, W. J. J., Stockhofe, N., Van Vuuren A. M., Dijkstra, J., 2006. Effects of Supplementing Concentrates Differing in Carbohydrate Composition in Veal Calf Diets: II. Rumen Development, *Journal of Dairy Science*, 89, 4376–4386
- Sun, P., Wang, J.Q., Zhang, H., 2011. Effects of supplementation of *Bacillus subtilis* natto Na and N1 strains on rumen development in dairy calves, *Animal Feed Science and Technology*, 164, 154-160
- Teixeira, A.S., 1990. Nutrição dos ruminantes, (Lavras: ESAL/FAEPE)
- Valadares, R.F.D., Broderick, G.A., Valadares Filho, S.C., 1999. Effect of replacing alfafa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives, *Journal of Dairy Science*, 82, 2686-2696
- Van Soest, P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant, (2 ed. Ithaca: Cornell University)
- Wanderley, W.L., Ferreira, M.A., Andrade, D.K.B., Vêras, A.S.C., Farias, I., Lima, L.E., Dias, A.M.A., 2002. Replacement of Forage Cactus (*Opuntia ficus indica* Mill) for Sorghum Silage (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in the Dairy Cows Feeding, *Revista Brasileira Zootecnia*, 31, 273-281
- Wang, Y. H., Xu, M., Wang, F. N., Yu, Z.P., Yao, J.H., Zan, L.S, Yang, F.X., 2009. Effect of dietary starch on rumen and small intestine morphology and digesta pH in goats, *Livestock Science*, 122, 48-52
- Zitnan, R., Voigt, J., Kuhla, S., Wegner, J., Chudy, A., Schoenhusen, U.; & Hagemeister, H. (2008). Morphology of small intestinal mucosa and intestinal weight change with

Capítulo III

Consumo, digestibilidade, desempenho, características de carcaça e análise econômica de cordeiro alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso

Consumo, digestibilidade, desempenho, características de carcaça e análise econômica de cordeiro alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso

Resumo

Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de dietas com palma forrageira como fonte exclusiva de volumoso, e níveis de farelo de trigo (0; 30; 37 e 44%FT) sobre consumo, a digestibilidade dos nutrientes, o desempenho de cordeiros, assim como as características de carcaça, e análise econômica. Vinte e oito cordeiros, mestiços, não castrados, com peso inicial médio de $22,6 \pm 2,37$ kg, foram submetidos ao confinamento por 62 dias, sendo 10 dias utilizados como período de adaptação às dietas e instalações, seguidos de 52 dias de avaliação, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso com quatro tratamentos e sete repetições. As dietas foram calculadas para suprir as exigências para ganho médio diário (GMD) de 200g/animal/dia. As médias foram comparadas por contrastes pelo teste de Dunnett no nível de significância de 5%. Os animais consumindo palma forrageira como fonte exclusiva de volumoso, independentemente do nível de farelo de trigo adicionado, tiveram menor consumo de matéria seca e de nutrientes, GMD e ganho de peso total que os animais consumindo a dieta controle ($P < 0,05$). O peso final e peso vivo ao abate dos animais consumindo 44% de farelo de trigo foi semelhante ao dos animais consumindo a dieta controle. O rendimento de carcaça quente e fria dos animais consumindo palma e 30 e 37% de farelo de trigo foram superiores aos animais da dieta controle. Quanto ao rendimento dos cortes comerciais a paleta e o costilhar foram afetados por todos os níveis de inclusão do FT. A adição do farelo de trigo proporcionou redução nos custos com alimentação e aumentou os lucros. A utilização de dietas com palma forrageira como fonte exclusiva de volumoso e farelo de trigo como fonte de fibra podem ser utilizadas na alimentação de ovinos confinados até o nível de 44% de FT, pois apesar de ter comprometido o desempenho dos animais, não influenciou significativamente as características de carcaças, obtendo até melhores rendimentos e proporcionando melhores resultados econômicos.

Palavras chave: Confinamento. Farelo de trigo. Fibra fisicamente efetiva. Ganho de peso. Rendimento de carcaça.

Intake, digestibility, performance, carcass characteristics and economic analysis of lamb fed diets containing spineless cactus as the only roughage.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of spineless cactus diets as an exclusive source of roughage, and wheat bran levels (0; 30; 37 and 44%) on intake, nutrient digestibility, lamb performance, as well as carcass characteristics, and economic analysis. Twenty-eight non-castrated crossbred lambs, with average initial weight of 22.6 ± 2.37 kg, were subjected to confinement for 62 days, 10 days being used as a period of adaptation to diets and installations, followed by 52 days of evaluation. , distributed in a completely randomized design with four treatments and seven replications. Diets were calculated to meet the requirements for average daily gain (GMD) of 200g / anima / day. Means were compared by contrasts by Dunnett's test at a significance level of 5%. The animals consuming forage palm as an exclusive source of roughage had less dry matter intake and nutrients, GMD and total weight gain than the animals consuming the control diet ($P < 0.05$). The final weight and slaughter live weight of the animals consuming 44% of wheat bran was similar to the animals consuming the control diet. The hot and cold carcass yield of the spineless cactus and 30 and 37% wheat bran animals were superior to the control diet animals. As for the yield of commercial cuts, only the palette and the rib were affected by all levels of FT inclusion. The addition of wheat bran reduced feed costs and increased profits. The use of forage palm diets as an exclusive source of roughage and wheat bran as a fiber source can be used to feed confined sheep up to the 44% FT level, although it affected the performance of the animals, it did not significantly influence the carcass characteristics, obtaining even better yields and providing better economic results.

Key words: Carcass yield. Feedlot. Physically effective fiber. Wheat bran. Weight gain.

1- Introdução

A atividade da pecuária é praticada intensamente nas regiões semiáridas, principalmente a criação de pequenos ruminantes (ovinos e caprinos). Entretanto, estas regiões têm períodos prolongados de estiagem de chuva, que comprometem negativamente a qualidade e disponibilidade da forragem. Isto reflete em inadequado desempenho dos animais. Por isso, a utilização de práticas de confinamento é considerada uma estratégia que visa fornecer dietas com melhor valor nutritivo e evitar maiores gastos energéticos dos animais, devido às longas caminhadas em busca de alimentos (Neto et al., 2016).

Deste modo, a palma forrageira apresenta-se como opção favorável para ser fornecida aos animais nas regiões semiáridas, pois a mesma apresenta adaptações às condições da região, proporcionando elevada produção de forragem, contribuindo para a oferta de alimentos devido às suas características como grandes quantidades de água, de carboidratos não fibrosos e de energia (Costa et al., 2009). No entanto, esta cactácea não pode ser fornecida como única fonte de fibra, pois apresenta algumas limitações, quanto aos teores de matéria seca (9,2%), proteína bruta (6,3%) e fibra em detergente neutro (21,7%) com base na matéria seca (Maciel et al., 2019), não atendendo as necessidades nutricionais dos ruminantes.

Em virtude dessas características, quando a palma forrageira é utilizada como única fonte de fibra dietética na dieta dos ruminantes, a mesma pode provocar alterações nas fezes dos animais, com excreção de fezes líquidas e consequentemente perda de peso. Sendo assim, é necessário utilizar a palma forrageira associada a outro alimento que seja fonte de fibra, resultando na melhoria desses problemas (Rodrigues et al., 2016).

O farelo de trigo, apesar de ser um concentrado energético, pode contribuir para as limitações provenientes da palma, por conter elevado teor de fibra em detergente neutro (35%) e proteína bruta (17,4%) (Valadares Filho et al., 2019), sendo de fácil acesso aos produtores como também de baixo custo, quando comparado aos fenos e silagens de forrageiras no período de estiagem de chuvas em regiões Semiáridas. Assim, a associação de palma forrageira e farelo de trigo é uma alternativa promissora no confinamento de ovinos (Soares et al., 2004).

Diante do exposto, objetivou-se comparar o consumo de nutrientes, digestibilidade, desempenho, características de carcaças e análise econômica de ovinos alimentados com palma forrageira como única fonte de forragem associada a diferentes concentrações de farelo de trigo com uma dieta padrão contendo palma forrageira e feno de capim-buffel.

2 - Material e métodos

2-1 Local e caracterização

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal da Paraíba-UFPB-Brasil (Protocolo número 8179070318). O experimento foi realizado no galpão de confinamento da Estação experimental Benjamim Maranhão, pertencente à Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária (EMPAER), localizada no município de Tacima - PB, na mesorregião do Agreste Paraibano, microrregião do Curimataú Oriental, entre as coordenadas geográficas 35° 38' 14" longitude oeste e 6° 29' 18" latitude sul. Com precipitação pluvial de 431,8 mm/ano, temperatura em torno de 26°C, entre os meses de março e maio de 2018.

2-2 Animais, dieta e manejo

Foram utilizados 28 cordeiros não castrados, sem padrão racial definido (SRD) com peso inicial médio de aproximadamente 22,6 kg $\pm$ 2,37. O experimento teve duração de 62 dias, sendo 10 dias de adaptação às dietas e às instalações e 52 dias de avaliação. Os animais foram identificados, pesados, tratados contra ecto e endoparasitas e vacinados contra clostridioses; em seguida, distribuídos em baias individuais, com piso ripado, providas de comedouros e bebedouros.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e sete repetições. Os tratamentos consistiram em uma dieta padrão contendo feno de buffel, suplemento concentrado e palma forrageira (controle) e três dietas contendo como fonte de forragem a palma e diferentes concentrações de farelo de trigo (30%, 37%, 44% de farelo de trigo com base na matéria seca).

As rações experimentais foram compostas por palma forrageira triturada (*Nopalea cochenillifera*) variedade miúda, feno de capim buffel (*Cenchrus ciliaries*), farelo de soja, farelo de milho, farelo de trigo e suplementos minerais (Tabela 1 e Tabela 2).

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das rações experimentais, com base na matéria seca (MS)

Item, g kg ⁻¹ de MS	Palma	Feno de capim buffel	Farelo de milho	Farelo de soja	Farelo de trigo	Ureia
Matéria seca ¹	169,72	836,17	857,01	718,52	812,66	995,40
Matéria orgânica ¹	155	777	847,42	672,79	773,01	990,02
Proteína bruta	29,60	95,33	95,12	480,70	164,17	2.810
Extrato etéreo	21,21	18,58	50,28	34,13	45,54	-
FDNcp ²	182,27	714,66	104,27	242,90	394,22	-
FDA ³	88,29	387,08	23,91	98,33	108,29	-
Matéria mineral	81,43	70,53	11,57	64,20	47,98	4,60
Carboidratos totais	870,4	813,0	753,1	421,0	742,3	-
Carboidratos não fibrosos	664,1	544,3	604,1	148,2	331,2	-
Celulose	77,81	287,79	20,54	94,44	88,34	-
Hemicelulose	93,06	327,51	80,18	144,46	286,80	-
Lignina	10,47	99,28	3,37	3,89	19,94	-

¹Com base na matéria natural; ²fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; ³fibra em detergente ácido.

As dietas foram calculadas para suprir as exigências de cordeiros com peso inicial médio de 22 kg, confinados e com ganho médio diário previsto de 200g/animal/dia de acordo com o NRC (2007).

O fornecimento das dietas e de água foram à vontade. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 08:00 e 16:00hs, e as sobras foram coletadas e pesadas diariamente para cálculo do consumo voluntário e reajuste da quantidade oferecida, estabelecendo-se 10% de sobras do total ofertado. Para estimativa do consumo de nutrientes, utilizou-se a média das diferenças entre a quantidade total dos nutrientes contidos na dieta ofertada e a quantidade total de nutrientes contidas nas sobras de cada animal.

O cálculo para ingestão de água ocorreu da seguinte maneira: colocou-se baldes de água com as mesmas características que usadas nas baias dos animais posicionados no centro do galpão para avaliar a taxa de evaporação, em seguida, calculou-se o consumo voluntário de água através da diferença entre o fornecimento e as sobras no intervalo de 24h, corrigidas pela taxa de evaporação, a seguinte formula foi utilizada: consumo voluntário de água = (fornecimento - sobras) - água evaporada.

No primeiro dia e no 52º do período experimental, os animais foram submetidos ao jejum de 16 horas de sólidos e pesados para determinar o peso corporal inicial e final, respectivamente. O ganho de peso dos animais foi verificado por pesagens quinzenais. O ganho de peso total (GPT) foi obtido pela diferença entre o peso corporal final e inicial, enquanto o

ganho médio diário (GMD) foi obtido pelo GPT dividido pelo período de confinamento. A conversão alimentar foi obtida pelo consumo de MS (g/dia) dividido pelo ganho médio diário (g/dia). A eficiência alimentar foi obtida pela relação entre o ganho médio diário (g/dia) dividido pelo consumo de matéria seca (g/dia). Ao final do experimento foi obtido o peso corporal final dos animais durante o período experimental.

Tabela 2. Percentual e composição química das dietas experimentais com base na matéria seca (MS).

Item	Dietas experimentais ¹			
	0%FT	30%FT	37%FT	44%FT
<i>Ingrediente (g kg⁻¹ MS)</i>				
Palma forrageira	382,64	382,73	382,90	382,69
Feno de capim buffel	258,33	0,00	0,00	0,00
Farelo de Soja	154,04	71,64	56,94	42,19
Farelo de Milho	184,16	232,58	177,70	114,02
Farelo de Trigo	0,00	294,41	363,36	441,57
Uréia	1,96	0,00	0,49	0,79
Suplemento mineral	11,77	11,78	11,78	11,78
Cloreto de amônio	6,87	6,87	6,87	6,87
Sulfato de amônio	0,22	0,00	0,05	0,09
<i>Composição química (g kg⁻¹ MS)</i>				
Matéria seca ²	282,05	259,41	269,50	255,86
Matéria orgânica ²	257,75	237,27	249,44	234,08
Proteína bruta	127,69	129,95	129,71	122,66
Extrato etéreo	27,10	34,66	34,54	34,40
Fibra em detergente neutro	343,48	253,30	269,45	288,07
Fibra fisicamente efetiva	329,13	231,43	261,22	269,42
Matéria mineral	88,25	83,72	85,56	82,92
Carboidratos totais	513,10	439,80	439,20	450,30
Carboidratos não fibrosos	268,21	317,30	322,92	329,63
Nutrientes digestíveis totais	701,27	755,45	753,57	752,63
Energia Metabolizável	2,52	2,72	2,71	2,71
Celulose	122,01	67,24	70,82	75,06
Hemicelulose	157,10	149,04	162,54	177,32
Lignina	30,88	10,95	12,08	13,37

¹Controle= feno de buffel, palma e suplemento concentrado; 30%FT= palma, 30% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado; 37%FT= palma, 37% de farelo de trigo com base na MS, e suplemento concentrado; 44%FT= palma, 44% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado. ² g kg⁻¹ com base na matéria natural.

2-3 Preparação das amostras e análises laboratoriais

As amostras dos alimentos fornecidos foram coletadas sempre antes do preparo das rações experimentais. Os alimentos fornecidos e sobras foram coletadas semanalmente e as fezes coletados por três dias consecutivos, afim de se obter amostras compostas, que foram mantidas em freezer (-15°C) para depois serem submetidas à pré-secagem e analisadas posteriormente.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba segundo 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*), matéria mineral (MM) (*método 942.05*) e lignina (*método 973.18*). A metodologia de Van Soest et al., (1991) foi utilizada para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), a partir do analisador de fibra da ANKOM (*ANKOM200 Fibre Analyzer – ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, EUA*). A FDN foi corrigida para cinzas e proteína, onde seus resíduos foram incinerados em mufla a 600 °C, durante 4 horas, O conteúdo de FDN foi corrigido para cinzas e proteínas (FDNcp) segundo metodologia de Licitra, Hernandez e Van Soest (1996) e Mertens (2002). O conteúdo de hemicelulose foi determinado como a diferença entre o conteúdo de FDN e FDA.

Para estimativa dos carboidratos totais (CHOT), utilizou-se a equação proposta por Sniffen et al. (1992): $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$. Para o cálculo dos carboidratos não-fibrosos (CNF), foi utilizada a equação preconizada por Hall (2000) para alimentos que contêm uréia, em razão da sua presença na dieta oferecida: $CNF = 100 - [(\%PB - (\%PB \text{ uréia} + \%uréia)) + \%FDNcp + \%EE + \%cinzas]$, em que PB uréia e FDNcp significam, respectivamente, proteína bruta advinda da uréia e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Foram analisadas a fibra fisicamente efetiva (FDNpe) das dietas experimentais, considerando a metodologia de Kononoff et al. (2003). O autor propõe a utilização de um conjunto composto de três peneiras mais o fundo, as peneiras foram empilhadas na seguinte ordem: peneira de 19,0 mm na parte superior, peneira de 8,0 mm em segundo lugar, seguida de peneira de 1,18 mm e a bandeja com fundo fechado instalada na parte inferior da última peneira. Para o cálculo da porcentagem de partículas retidas em cada peneira foi considerado o somatório dos pesos da fração retida em cada peneira e depois feita percentagem desse conteúdo em cada peneira. Para estimativa da FDNpe utilizou-se a seguinte fórmula: $FDNpe = FDNcp * \% \text{ Somatório da Fração retida}$.

2-4 Digestibilidade aparente dos alimentos

Decorridos 15º dias do período experimental, foi realizado o ensaio de digestibilidade, período em que foram feitas coletas de amostras de alimentos, sobras e fezes. As coletas das amostras de fezes foram realizadas diretamente na ampola retal dos animais por quatro dias consecutivos, no 15º dia (06:00hs e 14:00hs), 16º dia (8:00hs e 16:00hs), 17º dia (10:00hs e 18:00hs) e no dia 18º (12:00hs e 20:00hs). Em seguida as amostras foram pesadas, identificadas e

armazenadas a -15 °C e ao final do período de coleta, foram homogeneizadas (constituindo uma amostra composta por animal) e pré-secas em estufa com circulação forçada a 65 °C por 72 horas.

Todas as amostras de alimentos, sobras e fezes foram trituradas em moinho de facas, com peneira de crivo de 2,0 mm, para posteriores análises laboratoriais. A estimativa da produção de MS fecal (PMSF) foi feita utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. Para determinação das concentrações de FDNi, amostras de 1,0 g dos alimentos concentrados e 0,5 g de feno, fezes e sobras das dietas foram incubadas em saco de TNT (tecido não tecido), por 288 horas, no rúmen de um bovino fistulado. O material remanescente da incubação foi submetido à digestão com detergente neutro, cujo resíduo foi considerado fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), de acordo com o método INCT-CA F/011/1, segundo a metodologia descrita por Detmann et al. (2012).

A produção de matéria seca fecal foi determinada pela seguinte fórmula: $PMSF = \text{consumo do indicador (kg)} / \text{concentração do indicador nas fezes (\%)} \times 100$. E os coeficientes de digestibilidade (CD) de MS, MO, PB e FDN foram calculados utilizando-se a seguinte fórmula: $CD = [(g \text{ de nutriente consumido} - g \text{ de nutriente nas fezes}) / (g \text{ de nutriente consumido})] \times 100$.

2.5- Abate e avaliação da carcaça

Quando os animais atingiram o período estabelecido de confinamento foram pesados para obtenção do peso vivo final. Posteriormente, submetidos a um jejum sólido de 16 horas. Decorrido este tempo, foram pesados para a obtenção do peso corporal ao abate (PCA), objetivando a determinação da perda de peso decorrente do jejum (PJ).

O abate foi procedido em concordância com as normas vigentes do RIISPOA (Brasil, 2000): os animais foram insensibilizados por pistola de dardo cativo, atordoamento com concussão cerebral, seguido por sangria, por quatro minutos, pela seção da carótida e da jugular. O sangue foi recolhido em recipiente previamente tarado para posterior pesagem.

Após esfolagem e evisceração, foram retiradas a cabeça (seção na articulação atlanto-occipital) e as patas (seção nas articulações metacarpianas e metatarsianas) e registrado o peso da carcaça quente (PCQ). Os componentes internos das cavidades pélvica, abdominal e torácica foram extraídos e tiveram seus pesos registrados. Depois de obtidos o peso de carcaça quente (PCQ), as carcaças foram conduzidas à câmara fria, com temperatura média de 4°C, onde permaneceram por 24 horas suspensas em ganchos pelo tendão do músculo gastrocnêmico, e posteriormente obtido o peso de carcaça fria (PCF), segundo metodologia de (Cézar & Sousa, 2007).

O trato gastrointestinal (TGI) foi pesado cheio e vazio para determinação do peso do corpo vazio (PCVz) e do rendimento verdadeiro RV (%) = $PCQ/PCVz \times 100$. Foram retirados os rins e a gordura perirrenal, que foram subtraídas do PCQ e PCF para calcular os rendimentos de carcaça quente RCQ (%) = $PCQ/PCA \times 100$, rendimento de carcaça fria RCF (%) = $PCF/PCA \times 100$ e o cálculo da perda por resfriamento PR (%) = $PCQ - PCF/PCQ \times 100$ segundo (Cezar & Sousa, 2007).

Após o abate, a carcaça foi ponderada (peso de carcaça quente, PCQ) e dividida pela linha mediana dorsal em duas metades e refrigerada por um período de 24 h a 4°C. Subsequentemente, as vísceras e órgãos (VIS:, sangue, fígado, coração, rins, pulmões, intestinos vazios, vesícula biliar, língua e baço) foram removidos e pesados. A gordura interna (GI) foi constituída pela gordura pélvica (ao redor dos rins e região pélvica) e ao redor do trato gastrointestinal (omental e mesentérico. O peso de corpo vazio (PCV) foi calculado como o peso do corpo de abate menos TGI. As partes de resíduos da carcaça (OFF) foram ponderadas (pele, cabeça, pés, cauda, gordura interna, testículos e sangue).

Após o período de resfriamento as carcaças foram seccionadas ao meio e as meias-carcaças foram pesadas. Na meia-carcaça esquerda, foram mensurados o comprimento interno e externo, comprimento de perna, perímetro do tórax, perímetro da garupa, profundidade do tórax, largura do tórax e largura de garupa, segundo metodologia proposta por Cezar & Sousa (2007).

Após as carcaças serem divididas longitudinalmente, as meias carcaças foram seccionadas em cinco regiões anatômicas que compunham os cortes comerciais, metodologia adaptada de Cezar & Sousa (2007), compostas pelo pescoço, paleta, costela, lombo e pernil. Em seguida o peso individual de cada corte, composto pelos cortes efetuados na meia-carcaça esquerda, foram registrados para cálculo da sua proporção em relação à soma da meia carcaça reconstituída, obtendo-se, assim, o rendimento dos cortes da carcaça.

Na meia carcaça esquerda foi realizado um corte transversal entre a 12^a e 13^a costelas, expondo a secção transversal do músculo *Longissimus dorsi*, cuja área foi tracejada, por meio de marcador permanente, com ponta média de 2,0 mm, sobre uma película plástica transparente, para determinação da área de olho de lombo (AOL).

As carcaças também foram avaliadas subjetivamente mediante apreciação visual, quanto ao grau de acabamento e conformação utilizando-se uma escala de 5 pontos, e para a gordura perirrenal foi usada uma escala de 3 pontos, segundo metodologia proposta por Cezar & Sousa (2007).

2.6- Custos de produção e indicadores da análise econômica

Para análise dos custos de produção foram realizados levantamentos dos valores da compra dos alimentos e animais no período da realização do ensaio de campo. Foi considerado, como insumos: volumosos, concentrados, medicamentos, sal mineral, animais e utensílios usados na alimentação.

O custo com alimentação foi obtido multiplicando-se o valor unitário de cada insumo pela quantidade consumida em cada dieta, sendo apresentados os valores médios por animal, referentes a 52 dias de desempenho.

O custo de mão de obra considerou-se que seria necessário um funcionário, em regime de trabalho de oito horas para realizar as operações de alimentação dos animais, limpeza das instalações e ocasionalmente, aplicação de medicamentos, levando em conta que este é capaz de manejar 300 animais por dia (Romão et al., 2017). Posteriormente este gasto foi individualizado por animal. Considerou-se como remuneração da mão-de-obra um salário mínimo no valor de R\$ 937,00 vigente no ano de 2018.

Por fim, utilizou-se a receita obtida após o abate dos animais, sendo abatido desta os custos supracitados.

Ao final foram obtidos os resultados dos indicadores econômicos por meio das equações:

- $B/C = \text{Receita líquida} / \text{Custo total}$

Onde, B/C = relação benefício/custo (>1 , indica viabilidade econômica).

- $\text{Receita Líquida Operacional} = \text{Renda Bruta} - \text{Custo operacional};$

- $\text{Lucratividade Operacional} = \text{Renda Líquida Operacional} / \text{Renda bruta} * 100$

Utilizou-se como metodologia para determinação da avaliação econômica do experimento as recomendações de Nogueira (2007).

Os valores referentes ao preço de compra e venda dos animais por kg de peso vivo foram os seguintes:

Preço da compra por kg de peso vivo: Peso médio inicial 22,6 kg x 5,31 reais/kg de peso vivo = R\$ 120,00

Preço das vendas por kg peso vivo: Peso médio final 35,77 kg x 5,31 reais/kg de peso vivo = R\$189,94.

2-7 Análise Estatística

Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA), utilizando o software RStudio (versão 3.5.1). As médias foram comparadas por contrastes (tratamentos: controle vs.

30% FT; controle vs. 37% FT; e controle vs. 44% FT) pelo teste de Dunnett no nível de significância de 5%.

3 - Resultados

Os animais consumindo as dietas que continham palma forrageira como única fonte de forragem e farelo de trigo tiveram menor consumo de MS quando comparados com os animais da dieta controle (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo de matéria seca (CMS), proteína (CPB), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN), extrato etéreo (CEE) e carboidrato não fibrosos (CCNF) e água de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo

Consumo	Dietas				EPM	Contraste			P-valor
	Níveis de farelo de trigo, %MS					0 x 30	0 x 37	0 x 44	
	0	30	37	44					
CMS, g/dia	1415,91	986,25	979,36	926,53	44,93	*	*	*	0,001
CMS, g/kg PC	36,19	28,54	29,14	26,06	0,98	*	*	*	0,001
CPB, g/dia	177,93	122,81	126,27	108,85	5,89	*	*	*	0,001
CMO, g/dia	1288,53	901,48	895,18	847,66	40,98	*	*	*	0,001
CFDNcp, g/dia	469,74	243,02	263,25	260,60	14,43	*	*	*	0,001
CFDNcp, g/kg PC	12,00	7,02	7,83	7,33	0,33	*	*	*	0,001
CEE, g/dia	38,63	37,54	36,91	36,89	1,39	ns	ns	ns	0,115
CCNF, g/dia	602,23	498,10	468,74	444,32	19,92	*	*	*	0,001
CNDT, g/dia	1012, 15	726,74	693,76	636,76	27,84	*	*	*	0,001
Água, L/dia	1,33	2,07	1,92	1,70	0,16	ns	ns	ns	0,408

EPM- Erro padrão da média; Controle= feno de capim buffel, palma forrageira e suplemento concentrado; 30%FT= palma forrageira, 30% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado; 37%FT= palma forrageira, 37% de farelo de trigo com base na MS, e suplemento concentrado; 44%FT= palma forrageira, 44% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado

Comportamento similar ao CMS foi observado para os consumos de PB (P=0,001), MO (P=0,001), FDN (P=0,001), CNF (P=0,001) e NDT (P=0,001) (Tabela 3). No entanto, o mesmo não ocorreu para o consumo de extrato etéreo (CEE), a redução no CMS não influenciou o consumo desse nutriente, com valor médio de 37,49 g/dia (P=0,115). A ingestão voluntária de água não foi alterada pelas dietas testadas (P=0,408) (Tabela 3).

Não houve diferença significativa entre os coeficientes de digestibilidade da MS entre a dieta controle e a dieta com palma forrageira como única fonte de volumoso e 30% de farelo de trigo (Tabela 4). Da mesma maneira não houve diferença significativa entre a digestibilidade de MO das dietas controle, 30 e 37% de farelo de trigo e palma forrageira. Entretanto, a digestibilidade da matéria seca (DMS) da dieta controle (731,3 g/kg) foi maior do que

observada nas dietas com palma como única fonte de forragem e 37% (703 g/kg) e 44% (684,8 g/kg) de farelo de trigo ($P=0,002$).

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade *in situ* da matéria seca (DMS), proteína (DPB), matéria orgânica (DMO), fibra em detergente neutro (DFDN), extrato etéreo (DEE) e carboidrato não fibrosos (DCNF) de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo

Digestibilidades, g/kg	Dietas				EPM	Contrastes			P-valor
	Níveis de farelo de trigo, % MS					0 x 30	0 x 37	0 x 44	
	0	30	37	44					
Matéria Seca	731,33	728,06	703,79	684,38	8,89	ns	*	*	0,002
Proteína Bruta	761,27	699,03	711,56	651,50	12,83	*	*	*	0,001
Matéria Orgânica	759,05	754,51	733,04	715,43	8,19	ns	ns	*	0,003
Fibra em detergente neutro	556,66	477,26	462,98	428,79	22,60	*	*	*	0,003
Extrato etéreo	865,30	891,02	841,57	837,24	10,50	ns	ns	ns	0,509
Carboidratos não fibrosos	899,07	900,67	881,07	881,17	9,75	ns	ns	ns	0,459

EPM- Erro padrão da média; Controle= feno de capim buffel, palma forrageira e suplemento concentrado; 30%FT= palma forrageira, 30% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado; 37%FT= palma forrageira, 37% de farelo de trigo com base na MS, e suplemento concentrado; 44%FT= palma forrageira, 44% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado

Em relação aos coeficientes de digestibilidade do EE e CNF não diferiram entre as dietas, com valores médios 86,99%, 89,09% e 71,80%, respectivamente (Tabela 4).

As digestibilidades da PB e FDN apresentaram efeito significativo, $P=0,001$ e $P=0,003$, respectivamente. A digestibilidade da PB da dieta controle (761,2 g/kg) foi maior do que as dietas com palma como única fonte de volumoso e 30% (699,3 g/kg), 37% (711,6 g/kg) e 44% (651,0 g/kg) de farelo de trigo. A digestibilidade da FDN também foi maior da dieta controle (556,6 g/kg) quando comparada a dieta com palma e 30% (477,6 g/kg), 37% (462,8 g/kg) e 44% (428,9 g/kg) de farelo de trigo.

Houve efeito significativo das dietas sobre o PVF, GPD e GPT dos animais (Tabela 5). Os animais consumindo palma forrageira como única fonte de volumoso e níveis de farelo de trigo tiveram menor GPD, resultando nos seguintes valores 30% (230 g/dia), 37% (220 g/dia) e 44% (230 g/dia), enquanto o GPT obteve os seguintes resultados 30% (12,10 kg), 37% (11,36 kg) e 44% (12,09 kg). Não houve diferença significativa entre o PVF dos animais submetidos a dieta controle e a dieta com palma forrageira como único volumoso e 44% de farelo de trigo, mas quando se tinha 30 e 37% de farelo de trigo o PVF foi menor do que os animais consumindo dieta controle.

Tabela 5. Desempenho de cordeiros alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo

Itens	Dietas				EPM	Contrastes			P-valor
	Níveis de farelo de trigo, % MS					0 x 30	0 x 37	0 x 44	
	0	30	37	44					
CMS, g/dia	1415,91	986,25	979,36	926,53	0,05	*	*	*	0,001
PVI, kg	22,09	22,39	22,25	23,62	0,91	ns	ns	ns	0,617
PVF, kg	39,29	34,50	33,68	35,72	1,29	*	*	ns	0,023
GPD, kg/dia	0,33	0,23	0,22	0,23	0,01	*	*	*	0,001
GPT, kg	17,20	12,10	11,36	12,09	0,80	*	*	*	0,001
CA (kg MS/kg PV)	5,45	6,14	6,02	5,65	0,48	ns	ns	ns	0,703
EA (kg PV/kg CMS)	0,185	0,173	0,175	0,178	0,17	ns	ns	ns	0,915

EPM- Erro padrão da média; Controle= feno de capim buffel, palma forrageira e suplemento concentrado; 30%FT= palma forrageira, 30% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado; 37%FT= palma forrageira, 37% de farelo de trigo com base na MS, e suplemento concentrado; 44%FT= palma forrageira, 44% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado.

Não houve diferença significativa na conversão alimentar e na eficiência alimentar entre a dieta controle e as demais dietas ($P>0,05$), com valores médios de 5,81 kg de CMS/kg PC e 178,02 g de GPD/kg CMS, respectivamente.

Não houve efeito das dietas ($P>0,05$) sobre o PCV, PCQ, PCF, RB, PPR e AOL (Tabela 6), com valores médios de 29,89 kg; 16,85 kg; 16,48 kg; 56,60%; 2,17 e 12,23 cm², respectivamente. O PVA, RCQ e RCF seguiram comportamento semelhante ao PVF, em que não houve diferença significativa entre os animais do grupo controle e consumindo somente palma como fonte de volumoso e 44% de farelo de trigo e menores valores para os animais consumindo 30% e 37% de farelo de trigo.

Tabela 6. Características de carcaça de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo

Variáveis	Dietas				EPM	Contrastes			P-valor
	Níveis de farelo de trigo, % MS								
	0	30	37	44		0 x 30	0 x 37	0 x 44	
PVI (kg)	22,09	22,39	22,26	23,62	0,915	ns	ns	ns	0,617
PVF (kg)	39,28	34,50	33,62	35,71	35,94	*	*	ns	0,023
PVA (kg)	37,83	32,65	31,67	33,97	34,29	*	*	ns	0,017
PCV (kg)	31,94	29,10	29,11	29,39	0,58	ns	ns	ns	0,137
PCQ (kg)	17,96	16,58	15,89	16,96	0,77	ns	ns	ns	0,299
PCF (kg)	17,64	16,25	15,54	16,50	0,76	ns	ns	ns	0,286
RCQ (%)	47,48	50,76	50,11	49,45	0,79	*	*	ns	0,045
RB (%)	56,18	56,92	56,11	57,18	0,33	ns	ns	ns	0,603
RCF (%)	46,65	49,72	48,99	48,48	0,79	*	*	ns	0,066
PPR (kg)	1,74	2,05	2,47	2,42	0,14	ns	ns	ns	0,226
AOL (cm²)	12,63	12,44	11,58	12,48	0,39	ns	ns	ns	0,777
Constituintes não carcaças									
TGI cheio	9,29	6,60	6,59	7,63	0,24	ns	ns	ns	0,632
TGI vazio	3,39	3,05	3,03	3,04	0,14	ns	ns	ns	0,202

EPM- Erro padrão da média; Controle= feno de capim buffel, palma forrageira e suplemento concentrado; 30%FT= palma forrageira, 30% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado; 37%FT= palma forrageira, 37% de farelo de trigo com base na MS, e suplemento concentrado; 44%FT= palma forrageira, 44% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado.

As medidas morfométricas das carcaças (Tabela 7) não apresentaram efeito significativo ($P>0,05$) com o uso da palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo.

Tabela 7. Medidas morfométricas de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e noveis de farelo de trigo

Variáveis	Dietas				EPM	Contrastes			P-valor
	Níveis de farelo de trigo, % MS					0 x 30	0 x 37	0 x 44	
	0	30	37	44					
Comprimento Externo	60,43	58,83	57,57	58,57	1,28	ns	ns	ns	0,222
Comprimento Interno	62,14	59,41	59,17	59,36	0,98	ns	ns	ns	0,332
Comprimento da perna	37,64	36,41	36,79	37,29	0,68	ns	ns	ns	0,613
Largura da garupa	21,29	20,33	19,57	20,43	0,69	ns	ns	ns	0,382
Largura do Tórax	16,14	15,00	15,28	15,71	0,42	ns	ns	ns	0,276
Perímetro do Tórax	70,86	68,67	68,43	69,86	1,13	ns	ns	ns	0,406
Perímetro da Garupa	58,43	58,33	56,43	59,00	0,93	ns	ns	ns	0,246
Profundidade Ext. Tórax	25,57	25,50	25,14	25,43	0,61	ns	ns	ns	0,960
Profundidade Int. Tórax	27,29	26,50	26,35	27,07	0,42	ns	ns	ns	0,363

EPM- Erro padrão da média; Controle= feno de capim buffel, palma forrageira e suplemento concentrado; 30%FT= palma forrageira, 30% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado; 37%FT= palma forrageira, 37% de farelo de trigo com base na MS, e suplemento concentrado; 44%FT= palma forrageira, 44% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado.

O peso dos cortes comerciais, com exceção do peso do costilhar e do lombo também não apresentaram efeito significativo (Tabela 8).

Tabela 8. Peso e rendimento dos cortes comerciais de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo

Variáveis	Dietas				EPM	Contrastes			P-valor
	Níveis de farelo de trigo, % MS					0 x 30	0 x 37	0 x 44	
	0	30	37	44					
Pescoço, kg	1,15	1,06	1,14	1,15	0,07	ns	ns	ns	0,833
Paleta, kg	1,59	1,53	1,46	1,57	0,07	ns	ns	ns	0,610
Costilhar, kg	2,63	2,30	2,23	2,25	0,13	ns	*	*	0,127
Lombo, kg	1,04	0,94	0,87	0,96	0,05	ns	*	*	0,145
Perna, kg	2,78	2,57	2,47	2,71	0,12	ns	ns	ns	0,325
<i>Rendimento dos cortes (%)</i>									
Pescoço	6,51	6,52	6,63	6,95	0,19	ns	ns	ns	0,194
Paleta	18,02	18,83	18,79	19,03	0,10	*	*	*	0,069
Costilhar	29,82	28,31	28,70	27,27	0,24	*	*	*	0,051
Lombo	11,79	11,57	11,20	11,64	0,96	ns	ns	ns	0,700
Perna	31,51	31,63	31,79	32,85	0,16	ns	ns	ns	0,601

EPM- Erro padrão da média; Controle= feno de capim buffel, palma forrageira e suplemento concentrado; 30%FT= palma forrageira, 30% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado; 37%FT= palma forrageira, 37% de farelo de trigo com base na MS, e suplemento concentrado; 44%FT= palma forrageira, 44% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado.

Porém, a paleta e o costilhar dos animais consumindo as dietas com palma e 37% e 44% de farelo de trigo tiveram menor peso como também menor rendimento do que os animais consumindo a dieta controle. Os rendimentos destes cortes também foram inferiores para os animais consumindo palma e 30% de farelo de trigo.

Na Tabela 9, observa-se que o maior custo total com alimentação foi encontrado nos animais da dieta controle (R\$81,26) e o menor com os animais da dieta com palma como única fonte de volumoso e 44% de farelo de trigo (R\$43,50). No entanto, a receita bruta por unidade animal e total foi maior na dieta controle e menor na dieta em que os animais consumiram palma e 37% de farelo de trigo.

Tabela 9. Custos de produção de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo

Custos		Níveis de farelo de trigo, % MS			
		0	30	37	44
Animais	Quantidade (und)	7	7	7	7
	Preço (und /R\$)	120	120	120	120
	Custo Total (R\$)	840	840	840	840
Alimentação	CMS g/dia	1415,91	986,25	979,36	926,53
	Custo R\$/kg MS	1,10	0,93	0,91	0,90
	Custo/animal (R\$)	11,60	6,80	6,68	6,21
	Custo total/animal (R\$)	81,26	47,61	46,81	43,50
Sanidade (R\$)		6,86	6,86	6,86	6,86
Mão-de-obra (R\$)		54,51	54,51	54,51	54,51
Receita Bruta (R\$/und)		247,03	213,20	206,80	221,82
Receita Bruta (R\$ total)		1.729,21	1.492,40	1.447,60	1.552,74

Controle= feno de capim buffel, palma e suplemento concentrado; 30%FT= palma forrageira, 30% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado; 37%FT= palma forrageira, 37% de farelo de trigo com base na MS, e suplemento concentrado; 44%FT= palma forrageira, 44% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado.

Os diferentes níveis de inclusão de farelo de trigo associada a palma forrageira como única fonte de volumoso influenciaram ($P<0,05$) os indicadores econômicos, com exceção da receita líquida operacional e taxa de retorno operacional, descritos na Tabela 10.

Tabela 10. Indicadores da análise econômica de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira como único volumoso e níveis de farelo de trigo

Variáveis	Dietas				EPM	Contrastes			P- valor
	Níveis de farelo de trigo, % MS					0 x 30	0 x 37	0 x 44	
	0	30	37	44					
RLO ¹ (R\$)	181,57	194,00	184,52	202,18	8,40	ns	ns	ns	0,005
Relação B/C ² (R\$/animal)	2,19	3,99	3,78	4,94	0,25	*	*	*	0,015
TRO ³ (%)	4,35	4,11	1,29	3,90	0,22	ns	ns	ns	0,008
PN ⁴ (kg)	5,54	3,29	3,24	3,02	0,18	*	*	*	0,014

¹ Receita Líquida Operacional; ²Relação Benefício/Custo; ³Taxa de Retorno Operacional; ⁴Ponto de Nivelamento. EPM- Erro padrão da média; Controle= feno de capim buffel, palma forrageira e suplemento concentrado; 30%FT= palma forrageira, 30% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado; 37%FT= palma forrageira, 37% de farelo de trigo com base na MS, e suplemento concentrado; 44%FT= palma forrageira, 44% de farelo de trigo com base na MS e suplemento concentrado.

4 - Discussão

Observou-se que quanto maior foi a inclusão de farelo de trigo na dieta, menores foram os consumos de MS pelos animais quando comparados com o grupo controle, em g/dia. A qualidade da fibra da dieta pode influenciar diretamente o consumo voluntário farelo de trigo é um alimento com fibra de baixa degradação, e apresenta teores de lignina de 10%, comparando com o farelo de soja que tem apenas 3% de lignina (Valadares Filho et al., 2019). Devido essas características do FT, se o mesmo for utilizado em altas concentrações na dieta pode reduzir o consumo voluntário dos animais (Conceição et al., 2016).

Por outro lado, a redução do consumo pode ter acontecido pelas características nutricionais das dietas com palma forrageira, como única fonte de forragem e farelo de trigo, que continham alto teor de carboidratos não fibrosos (Tabela 2) que podem ter favorecido o crescimento de microrganismos indesejáveis, como enterobactérias, refletindo diretamente no consumo dos nutrientes. Segundo Jobim et al. (1999), esses microrganismos permanecem ativos nas primeiras horas após o corte da planta, causando degradação proteica e produzindo aminas, caracterizadas como compostos que interferem negativamente na aceitabilidade dos animais pelo alimento.

Com a redução no CMS, o CPB, CFDN, CCNF e CNDT acompanharam essa diminuição.

O menor consumo de FDN dos animais consumindo palma forrageira como única fonte de volumoso e farelo de trigo como fonte de fibra, foi consequência dos menores teores de FDN das dietas e menores CMS, como também pela fibra fisicamente efetiva, pois com a substituição do feno de capim buffel pelo farelo de trigo nas dietas, a fibra fisicamente efetiva foi reduzida (Tabela 2). Mesmo assim, não interferiu nos parâmetros ruminais (Silva et. al., 2019). A FDNpe está relacionada à manutenção da estabilidade do ambiente ruminal, através do estímulo a mastigação, motilidade do rúmen, fornecimento de energia, entre outros.

Mesmo com as rações contendo somente palma como fonte de volumoso e níveis de farelo de trigo terem maior teor de CNF (Tabela 2), o efeito na redução do CMS, foi maior do que as elevações de CNF nas dietas. Em dietas para ruminantes é importante sempre manter as proporções adequadas de CNF para manter a saúde ruminal e consequentemente o desempenho animal. Segundo Ferreira et al., (2011) os níveis desse nutriente devem apresentar no máximo 44% nas dietas, para o bom funcionamento do rúmen. Diante disto, todas as dietas tinham níveis adequados de CNF, com as concentrações variando de 26,82 a 32,96% com base na matéria seca (Tabela 2).

A ausência de efeito com relação à ingestão voluntária de água pelos ovinos consumindo palma forrageira como única fonte de volumoso e farelo de trigo comparada com a dieta controle pode ser explicada pelo teor de MS das rações serem próximos, como também pela presença da quantidade de palma forrageira que foi a mesma para todos os tratamentos (Tabela 2).

A redução na digestibilidade da matéria seca nas dietas com palma forrageira como única fonte de volumoso e 37 e 44% de farelo de trigo, provavelmente foi devido da pior qualidade da fibra do farelo de trigo (21% PIDA) uma vez que os níveis deste ingrediente foi aumentando nas dietas. Outro aspecto a ser levado em consideração também é pela presença da mucilagem presente na composição da palma forrageira que pode levar à produção de timpanismo espumoso e, conseqüentemente, pode reduzir a absorção dos AGCC, resultando em alterações nos valores do pH. Entretanto, neste estudo não houve efeito das dietas sobre o pH ruminal (Silva et al., 2019).

Bispo et al., (2007), trabalhando com palma forrageira em substituição ao feno de capim elefante na alimentação de ovinos, observaram que a partir do nível de 44% de palma forrageira nas dietas, o coeficiente de digestibilidade do CNF foi reduzido, encontrando valores próximos ao referente estudo (91,32%). Os autores relacionam este resultado devido ao aumento na taxa de passagem proveniente dos CNF, resultando na diminuição da atividade celulolítica e, conseqüentemente a digestibilidade da fibra.

A diminuição na DPB pode ser resultante da diminuição dos teores de farelo de soja quando se aumentou farelo de trigo nas dietas. Pois, apesar do farelo de soja e farelo de trigo apresentarem teores de proteína degradada no rúmen (PDR) e proteína não degradada no rúmen (PNDR) semelhantes, o farelo de trigo contém 21,64% de proteína indigestível em detergente ácido (PIDA), enquanto que o farelo de soja contém apenas 4,11% de PIDA (Ghoorchi e Arbabi, 2011).

As dietas que continham farelo de trigo em sua composição mostraram menores digestibilidade da FDN. Esses resultados podem estar relacionados a qualidade da fibra do feno de capim buffel utilizado nesse experimento, a qual é superior ao farelo de trigo. De acordo com Valadares Filho, et al. (2019) em suas tabelas de composição químico-bromatológicas a digestibilidade *in vitro* do feno de capim buffel é de 59,17%, enquanto que a digestibilidade *in vitro* do farelo de trigo é de 45,72% com base na matéria seca. Outro ponto, é o fato do farelo de trigo ter menor tamanho de partículas e menor densidade e com isto permanecer menos tempo no ambiente ruminal e conseqüentemente, ter menor aproveitamento pelos microrganismos. Segundo Van Soest (1994) o tempo que o alimento

passa no rumem é influenciado pela dieta. Alimentos concentrados e volumosos triturados reduzem este tempo, quando comparado com volumosos que apresentam partículas maiores.

As consequências em relação aos PVF, GPD e GPT (Tabela 5), são reflexo da redução do CMS e da menor digestibilidade das dietas com farelo de trigo. Segundo Pereira et al. (2008), o consumo de matéria seca é um dos fatores que mais afetam o desempenho produtivo, sendo o responsável pelo aporte dos nutrientes, necessários para o atendimento das exigências dos animais. Além disso, os animais alimentados com a dieta controle apresentaram maior consumo e retenção de nitrogênio que contribuiu para os melhores desempenhos (Silva et al., 2019).

No entanto, mesmo com a diminuição do CMS, todas as dietas proporcionaram aos ovinos ganhos médios diários superiores a 200g/animal/dia estipulada na formulação de ração. Isto demonstra que as dietas com palma e farelo de trigo supriram as exigências nutricionais dos ovinos para ganho de peso diário superiores a 200g/dia, apesar do menor consumo de ração quando comparado aos animais recebendo a dieta controle. Resultados semelhantes ao referido estudo foi desenvolvido por Félix et al. (2016) avaliando o desempenho de cordeiros mestiços confinados com diferentes níveis de palma in natura (0, 33, 66 e 100%) em substituição ao farelo de trigo, que apresentaram os resultados com ganho médio diário de 178 g/animal/dia alcançado pelo nível de substituição de 66%.

Mesmo a palma forrageira sendo utilizada como única fonte de forragem, isto não influenciou na conversão e eficiência alimentar dos animais. Resultados estes bastante interessante, pois independente da dieta os animais conseguiram converter e utilizar nas mesmas proporções os nutrientes consumidos. Valores semelhantes quanto a eficiência alimentar foram encontrado por Costa et al. (2012) avaliando a substituição do milho pela palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) sobre o desempenho de cordeiros da raça Santa Inês. Os resultados de CA e EA demonstraram que o menor ganho de peso médio diário dos animais se deve ao menor CMS dos animais consumindo palma como fonte exclusiva de volumoso e farelo de trigo como fonte de fibra.

As semelhanças do PVF entre os animais submetidos a dieta controle e com palma forrageira como único volumoso e 44% de farelo de trigo, comprovam que o aporte proteico e energético ofertado pelas dietas condiz com as necessidades nutricionais dos animais e que a substituição da fibra advinda de forragem por fibra advindo de outras fontes podem ser utilizadas nas dietas de ruminantes, sem causar nenhum distúrbio nutricional ao animal

A adição do farelo de trigo influenciou apenas as duas primeiras dietas avaliadas, no percentual de perda de peso pós-jejum (PVA) (Tabela 6). Este maior resultado dos animais da dieta controle pode ter sido devido à mesma apresentar em sua composição, além da palma

forrageira, o feno de capim buffel, proporcionando maior volume no rúmen, pois este não se encontrava nas demais dietas.

Quanto aos rendimentos de carcaça, possivelmente o RCQ foi menor no grupo controle devido ao maior peso do TGI (9,29 kg), enquanto os animais das demais dietas apresentaram peso médio de 6,94 kg (Tabela 6), pois dietas com maior teor de fibra (Tabela 2), tendem a ter menor velocidade de passagem e conseqüentemente a ficar maior tempo no TGI.

O rendimento de carcaça quente e fria apresentaram média de 49,45% e 48,46%, estando dentro da variação (40% a 50%) descrita por Silva Sobrinho (2001). Os resultados obtidos foram promissores, pois esta variável é usada tanto para atribuir valor a carcaça, como também está relacionada com a produção de carne (Oliveira et al., 2014).

Os resultados indicam que as dietas contendo palma como fonte exclusiva de volumoso e farelo de trigo proporcionaram características de carcaça semelhantes aos animais do grupo controle.

Apesar de não ter sido influenciado pelas dietas, as porcentagens de perda de peso por resfriamento (PPR) apresentaram média de 2,17%, permanecendo dentro do intervalo de 2% a 4% recomendado por Sañudo & Sierra (1986). Assim como PPR, a AOL seguiu o mesmo comportamento, não apresentando diferenças entre as dietas ($P=0,777$). Esta variável é utilizada como indicador de desenvolvimento muscular e quantidade de carne na carcaça (Prado et al., 2004), pois a mesma está relacionada com a quantidade total de músculo na carcaça de ovinos (Souza Júnior et al., 2013).

A ausência de significância nas medidas morfométricas das carcaças (Tabela 7) mostrou que estas variáveis não foram afetadas negativamente pelo uso da palma forrageira como fonte exclusiva de volumoso e níveis crescentes de farelo de trigo na dieta de ovinos, o que merece destaque por ser uma forma de diminuir os custos na alimentação desses animais, tornando-se uma alternativa lucrativa para o produtor rural.

O peso da maioria dos cortes comerciais apresentaram semelhanças entre as dietas testadas (Tabela 8), possivelmente devido ao fato que os animais saíram do período de confinamento com peso vivo ao abate semelhantes. Quando as carcaças são semelhantes tanto nos pesos quanto nas quantidades de gordura, quase todas as regiões do corpo seguem o mesmo comportamento, apresentando proporções similares, independentemente da raça (Osório et al., 2002).

Quanto ao rendimento dos mesmos, apenas a paleta e o costilhar foram afetados. Segundo Silva Sobrinho et al. (2005), a paleta, lombo e perna são os principais cortes comerciais da carcaça, diante disso, a soma dos rendimentos desses cortes devem apresentar

valores próximo a 60%. No entanto, o valor médio encontrado nesse estudo foi de 62,17%, demonstrando que o uso exclusivo da palma forrageira como único volumoso não comprometeu a qualidade dos cortes mais nobres, o que mostrou-se interessante, pois estes cortes em peças individualizadas, associados à apresentação do produto, são importantes fatores na comercialização, porque além dos preços diferenciados, permitem melhor aproveitamento da carne (Moreno et al., 2014).

As estimativas dos custos de produção dos animais em função da inclusão do farelo de trigo nas dietas experimentais mostraram que o custo R\$/kg de MS reduziu conforme se elevou os níveis de farelo de trigo na dieta (Tabela 9), apresentando menor valor para a dieta composta por palma forrageira como fonte exclusiva de volumoso e 44% de farelo de trigo (R\$ 0,90 /kg de MS). Com isso, observou-se menor valor com alimentação tanto por animal como total, R\$ 6,21 e R\$ 43,50, respectivamente. Assim, os animais com inclusão de 44% de farelo de trigo reduziram os custos com alimentação em 18,19%, reflexo do menor valor do farelo de trigo comparado ao feno de capim buffel no período da realização da pesquisa.

O maior custo total com alimentação foi dos animais da dieta controle, consequentemente, em função do maior custo do feno de capim buffel e maior consumo de MS, representando 53,53% a mais dos custos total com alimentação, quando comparado aos animais submetidos a dieta composta por palma forrageira como fonte exclusiva de volumoso e 44% de farelo de trigo.

Os custos com sanidade e mão de obra (Custos fixos) foram os mesmos para todas as dietas, não interferindo nos indicadores de análise econômica.

O estudo da viabilidade econômica (Tabela 10) mostrou que as variáveis avaliadas testando a palma forrageira como fonte exclusiva de volumoso e níveis de farelo de trigo em comparação com a dieta controle composta por feno de capim buffel e palma forrageira na dieta de ovinos não influenciou a receita líquida operacional (RLO) que se refere ao produto do ganho de peso total no confinamento, dias de confinamento e o preço da carne em subtração aos impostos e encargos sociais. No entanto, verificou-se que a dieta com palma forrageira como única fonte de volumosos e 44% de farelo de trigo resultou no maior valor (R\$ 202,18), mesmo com o ganho de peso dos animais nessa dieta inferior as demais

O índice Benefício/Custo (B/C) compreende a relação de quanto se pretende ganhar para cada unidade de capital investido. Este índice está relacionado entre o fluxo esperado de benefícios e o fluxo esperado de investimentos necessários. Ao analisar estes resultados, observa-se que a melhor relação foi de R\$ 4,94 animal proveniente da dieta com palma como fonte exclusiva de volumoso e 44% de farelo de trigo, indicando que cada R\$ 1,00 direcionado

no investimento ao utilizar esta dieta para o confinamento, espera-se retirar R\$3,94 adicionais ao final do período de produção, ou seja, esta dieta proporcionou 125,54% de lucro a mais, quando comparado com a dieta controle.

A taxa de retorno operacional refere-se ao retorno monetário em relação ao capital investido, ou seja, relação entre o lucro líquido alcançado e o investimento efetuado dentro de um dado período. Visto isso, observa-se na Tabela 10 que o uso das diferentes dietas não influencia esse parâmetro.

O ponto de nivelamento é um indicativo para compreender se a produção opera com lucros ou prejuízos, quanto maior este resultado pior será o retorno econômico, pois quando a produção é menor que a indicada pelo ponto de nivelamento, a produção opera com prejuízo, porque o custo total é maior que a receita total. O PN demonstrou ser influenciado pelas dietas avaliadas, pois a dieta controle mostrou maior PN quando comparada com todas dietas com presença da palma forrageira como único volumoso e níveis farelo de trigo. A dieta com palma forrageira e 44% de farelo de trigo resultou no PN de 54,52% menor que dieta controle, apresentando menor valor (3,02 kg). Isso reflete viabilidade da atividade, porque o ganho de peso total pelos animais alimentados com essa dieta foi de 12,19 kg/animal, valor superior ao ponto de equilíbrio.

O uso exclusivo da palma forrageira associada com fonte de fibra não advinda de forragem, como o farelo de trigo, mostrou ser eficiente para ganho de peso de ovinos, não afetando, a qualidade e composição da carcaça dos animais. Assim, em situações em que não se tem outra fonte de forragem, que não a palma forrageira, e o custo da aquisição de forragem for alto, como no caso de fenos, pode-se utilizar o farelo de trigo substituindo-o totalmente.

5 - Conclusão

A utilização de dietas com palma forrageira como fonte exclusiva de volumoso e farelo de trigo como fonte de fibra podem ser utilizadas na alimentação de ovinos confinados até o nível de 44% de farelo de trigo, pois apesar de ter comprometido o desempenho dos animais, não influenciou significativamente as características de carcaças, obtendo melhores rendimentos e proporcionando melhores resultados econômicos.

6 - Referências

- Alhanafi, F., Kaysi, Y., Muna, M., Alkhtib, A., Wamatu, J., & Burton, E. (2019). Spineless cactus (*Opuntia ficus-indica*) and saltbush (*Atriplex halimus* L.) as feed supplements for fattening Awassi male lambs: effect on digestibility, water consumption, blood metabolites, and growth performance. *Tropical animal health and production*, 1-8
- Association of Official Analytical Chemists, AOAC. 1997. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Washington
- Bispo, S. V., Ferreira, M. D. A., Vêras, A. S. C., Batista, Â. M. V., Pessoa, R. A. S., & Bleuel, M. P. (2007). Spineless cactus in replacement of elephantgrass hay. Effect on intake, apparent digestibility and ruminal fermentation characteristics in sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 36 (6), 1902-1909
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA), Secretaria da Defesa Agropecuária (SDA), Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), Divisão de Normas Técnicas. (2000). Instrução Normativa nº3, de 17 de janeiro de 2000, Lex: Diário Oficial da União de 24 de janeiro de 2000, Seção1, p,14-16, Brasília
- Cezar, M. F. & Sousa, W. H. 2007. *Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação*, 1 ed, Uberaba-MG: Editora Agropecuária Tropical, 147
- Cardoso, D. B., de Carvalho, F. F. R., de Medeiros, G. R., Guim, A., Cabral, A. M. D., Vêras, R. M. L., de Oliveira Nascimento, A. G. (2019). Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of lambs. *Animal feed science and technology*, 247, 23-31
- Conceição, M. G. D., Ferreira, M. D. A., Campos, J. M. D. S., Silva, J. D. L., Detmann, E., Siqueira, M. C. B. D., Costa, C. T. F. (2016). Replacement of wheat bran with spineless cactus in sugarcane-based diets for steers. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 45 (4), 158-164
- Costa, R. G., Beltrão Filho, E. M., de Medeiros, A. N., Givisiez, P. E. N., do Egypto, R. D. C. R., & Melo, A. A. S. (2009) 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*. 82 (1), 62-65
- Costa, R. G., Treviño, I. H., De Medeiros, G. R., Medeiros, A. N., Pinto, T. F., & De Oliveira, R. L. (2012). Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. *Small Ruminant Research*. 102 (1), 13-17
- Detmann, E., Souza, M. A., Valadares Filho, S. C. 2012. *Métodos para análise de alimentos – INCT- Ciência animal*. 1. Ed. Visconde do Rio Branco: Suprema

- Detmann, E., Gionbelli, M. P., Huhtanen, P. 2014. A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. *Journal of Animal Science*. 92 (10), 4632-4641
- Eustáquio Filho, A., Santos, P. E. F., Yamamoto, S. M. 2008. Utilização de ureia como fonte de nitrogênio não proteico (NNP) para ruminantes. *Pubvet*. 2, 32
- Felix, S. C. R., Pessoa, R. A. S., de Andrade Ferreira, M., Soares, L. F. P., de Lima Silva, J., de Abreu, K. S. F., de Melo, A. C. C. (2016). Intake, performance, and carcass characteristics of lambs fed spineless cactus replacing wheat bran. *Tropical animal health and production*, 48(2), 465-468.
- Ferreira, M. A., Pessoa, R. A. S., Silva, F. M., et al. 2011. Palma forrageira e ureia na alimentação de vacas leiteiras. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 40
- Gebremariam, T., Melaku, S., & Yami, A. 2006. 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*. 131(1-2), 43-52
- Ghoorch, T., & Arbabi, S. 2011. Study of protein characteristic of five feeds by CNCPS model, *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5(8), 584-591
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Censo Agropecuário.
- Jobim, C.C., Reis, R.A., Schoken-iturrino, R.P., Rosa, B. 1999. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho sem brácteas. *Acta Sci*. 21, 671-676
- Kononoff, P. J., Heinrichs, A. J., Buckmaster, D. R. 2003. Modification of the Penn State Forage and Total Mixed Ration Particle Separator and the Effects of Moisture Content on its Measurements. *Journal Dairy Science*. 86 (5), 1858-1863
- Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds, *Animal Feed Science and Technology*, 57, 347-358
- Maciel, M. D. V., Carvalho, F. F. R. D., Batista, Â. M. V., Souza, E. J. O. D., Maciel, L. P. A. A., Lima Júnior, D. M. D. (2019). Maniçoba hay or silage replaces Tifton 85 hay in spineless cactus diets for sheep. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 41
- Mertens D.R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feed with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC international*. 85 (6), 1217-1240
- Moreno, G. M. B., Borba, H., Araújo, G. G. L. D., Voltolini, T. V., Souza, R. A., Silva Sobrinho, A. G. D., Alvarenga, T. I. R. C. (2014). Rendimentos de carcaça, cortes comerciais e não-componentes da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com feno de erva-sal e

- concentrado. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15:192–205
- National Research Council - NRC. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. 2007. Washington, D.C., 384
- Neto, J. P., Soares, P. C., Batista, A. M. V., Andrade, S. F., Andrade, R. P., Lucena, R. B., & Guim, A. (2016). Balanço hídrico e excreção renal de metabólitos em ovinos alimentados com palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck)'. *Revista Pesquisa Veterinária Brasileira*, 36(4), 322-328
- Nogueira, E. 2007. Análise de investimentos. In: Batalha, M. O. (Coord). *Gestão agroindustrial*. São Paulo: Atlas, 223-224
- Oliveira, D. D. S., Rogério, M. C. P., Batista, A. S. M., Alves, A. A., Albuquerque, F. H. M. A. R., Pompeu, R. C. F. F., Duarte, T. F. (2014). Performance and carcass characteristics of lambs SPRD crossbreed with Santa Inês and Somalis Brasileira feedlot finished. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*, 15(4), 937-946
- Oliveira, J. P. F., de Andrade Ferreira, M., Alves, A. M. S. V., de Melo, A. C. C., de Andrade, I. B., Urbano, S. A., Barros Melo, T. T. (2018). Carcass characteristics of lambs fed spineless cactus as a replacement for sugarcane. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 31(4), 529
- Osório, J. C. D. S., Oliveira, N. M. D., Osório, M. T. M., Jardim, R. D., & Pimentel, M. A. (2002). Meat production in male lambs derived from the crossing between border leicester rams with corriedale and polwarth ewes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(3), 1469-1480
- Prado, C. S., Pádua, J. T., Corrêa, M. P. C., Ferraz, J. B. S., & de Resende, L. S. (2004). Comparação de diferentes métodos de avaliação da área de olho de lombo e cobertura de gordura em bovinos de corte. *Ciência Animal Brasileira*, 5(3), 141-148
- Pereira, O. G., de Souza, V. G., de Campos Valadares Filho, S., Pereira, D. H., Ribeiro, K. G., Cecon, P. R. (2008). Intake, digestibility and performance of beef cattle receiving diets containing urea in different proportions. *Ciência Animal Brasileira*. 9 (3), 552-562
- R Core Team, R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.2018. URL <https://www.R-project.org/>
- Regadas Filho, J. G. L., Pereira, E. S., Villarroel, A. B. S., Pimentel, P. G., Medeiros, A. N. D., Fontenele, R. M., & Maia, I. S. G. (2011). Body composition and net protein requirements for growing Santa Inês sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40 (6), 1339-1346
- Rodrigues, A. M., Pitacas, F. I., Reis, C. M. G., & Blasco, M. (2016). Nutritional value of *Opuntia ficus-indica* cladodes from Portuguese ecotypes. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 22 (1), 40-45

- Romão, M. M. V., Ribeiro, J. S., Costa, J. F. M., et al. 2017. Viabilidade econômica do uso de fontes volumosas na dieta de ovinos confinados. *Boletim de Indústria Animal*. 74 (3), 300-307
- Santana, M. C. A., Cavali, J., & Modesto, V. C. (2014). Influência do clima em animais de interesse zootécnico. *Científic@-Multidisciplinary Journal*, 1(1), 86-98.
- Santos, A. O. A., Batista, Â. M., Mustafa, A., Amorim, G. L., Guim, A., Moraes, A. C., Andrade, R. (2010). Effects of Bermuda grass hay and soybean hulls inclusion on performance of sheep fed cactus-based diets. *Tropical Animal Health and Production*. 42 (3), 487-494
- Sañudo, C. & Sierra, I. 1986. Calidad de la canal en la especie Ovina. *Ovino*, 1, 127-153.
- Silva Sobrinho, A. G. 2001. Criação de Ovinos (2º ed). Funep (Jaboticabal)
- Silva Sobrinho, A. G., Silva, A. M. A., Gonzaga Neto, S., Zeola, N. M. B. L., Marques, C. A. T., & Miyagi, E. S. 2005. Feeding Systems and In Vivo and Carcass Traits of lambs in drylot, *Agropecuária Científica no Semiárido*, 1, 39-45
- Silva, K. B., de Oliveira, J. S., Santos, E. M., Cartaxo, F. Q., Guerra, R. R., de Souza, A. F. D. N., ... & de Lima Cruz, G. F. (2019). Ruminal and histological characteristics and nitrogen balance in lamb fed diets containing cactus as the only roughage. *Tropical animal health and production*, 1-9
- Soares, C. A., Campos, J. D. S., Valadares Filho, S. D. C., Valadares, F., Mendonça, S., Queiroz, A. D., & Lana, R. D. P. (2004). Consumo, Digestibilidade Aparente, Produção e Composição do Leite de Vacas Leiteiras Alimentadas com Farelo de Trigo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 33 (6), 2161-2169
- Souza Júnior, E. L. D., Sousa, W. H. D., Pimenta Filho, E. C., Gonzaga Neto, S., Cartaxo, F. Q., Cezar, M. F., ... & Pereira Filho, J. M. (2013). Effect of frame size on performance and carcass traits of Santa Inês lambs finished in a feedlot. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42: 284–290
- Sniffen, C. J., O'connor, J. D., Van Soest, P. J., Fox, D. G., & Russell, J. B. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*. 70 (12), 3562-3577
- Valadares Filho, S.C., Machado, P.A.S., Chizzotti, M.L. et al. 2019. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 10 de Setembro de 2019
- Vieira, E. L., Batista, Â. M., Guim, A., Carvalho, F. F., Nascimento, A. C., Araújo, R. F. S., & Mustafa, A. F. (2008). Effects of hay inclusion on intake, in vivo nutrient utilization and

- ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. *Animal Feed Science and Technology*. 141 (3-4), 199-208
- Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74 (10), 3583-3597
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. New York: Cornell University Press, 476
- Weiss, W.P. 1999. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: *Cornell nutrition conference feed manufactures*, 61, Ithaca. *Proceedings*. Ithaca: Cornell University. 176-185

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho se propôs avaliar os efeitos da utilização da palma forrageira como fonte exclusiva de volumoso na dieta de cordeiros sem raça definida, sobre o consumo de nutrientes, a digestibilidade, o desempenho, os parâmetros sanguíneos, ruminais e as características de carcaça. A palma forrageira surge como recurso alimentar interessantes nos sistemas de produção animal principalmente no período de estacionalidade na produção de forragens, pois é uma planta adaptada à região semiárida, com boa produtividade, pode fornecer água para os animais e possui quantidade considerada de carboidratos não fibrosos que são fonte de energia para os ruminantes.

A utilização da palma forrageira como única fonte de volumoso acrescido com diferentes níveis de farelo de trigo pode ser utilizada na alimentação de cordeiros até o nível de 44% de farelo de trigo, trazendo bons resultados em algumas das variáveis avaliadas, como na conversão e eficiência alimentar, nas variáveis morfométricas ruminais e intestinais, rendimento das carcaças, análise econômica. No entanto, proporcionou alterações em outras, como no desempenho produtivo dos animais e no balanço de nitrogênio, porém, não foram determinantes.