

ANTONIA LEIDIANA MOREIRA

**FENO DE LEUCENA COMO FONTE DE FIBRA EM DIETAS À BASE DE PALMA
FORRAGEIRA PARA OVINOS**

TERESINA, 2019

ANTONIA LEIDIANA MOREIRA

**FENO DE LEUCENA COMO FONTE DE FIBRA EM DIETAS À BASE DE PALMA
FORRAGEIRA PARA OVINOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Arnaud Azevêdo Alves

TERESINA, 2019

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Serviço de Processamento Técnico

M835f Moreira, Antonia Leidiana

Feno de leucena como fonte de fibra em dietas à base de palma forrageira para ovinos. / Antonia Leidiana Moreira - 2019.

75 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Teresina, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Arnaud Azevêdo Alves

1. Balanço de nitrogênio 2. Comportamento ingestivo 3. Consumo de água 4. Consumo de nutrientes 5. Digestibilidade in vivo 6. Fibra efetiva 7. Ruminantes I. Título

CDD 636.085

**FENO DE LEUCENA COMO FONTE DE FIBRA EM DIETAS À BASE DE
PALMA FORRAGEIRA PARA OVINOS**

ANTONIA LEIDIANA MOREIRA

Tese aprovada em: 15/03/2019

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Arnaud Azevêdo Alves (Presidente) / DZO/CCA/UFPI



Prof. Dr. Daniel Louçana da Costa Araujo (Interno) / DZO/CCA/UFPI



Prof. Dr. Henrique Nunes Parente (Externo) / UFMA



Prof. Dr. Marconio Martins Rodrigues (Externo) / UFMA



Profa. Dra. Danielle Maria Machado Ribeiro Azevedo (Interna) / EMBRAPA

A *DEUS*, por me dar amor, força, proteção e por iluminar meu caminho;

Aos meus amados pais, *Miguel Arcanjo Moreira* e *Francisca Lúcia Moreira*, pelos exemplos de vida, honestidade, humildade e amor;

A meu irmão *Miguel Arcanjo Moreira Filho*, pelo incentivo, dedicação e amor;

A meu sobrinho *Gabriel Costa Moreira*, por alegrar meus dias;

A tia *Cilene Ribeiro (in memorian)* por ser uma pessoa iluminada, cativando todos que a cercavam e que, mesmo diante das dificuldades, sempre tinha um sorriso no rosto;

A *Marisol (in memorian)*, pelos anos de amizade sincera, você estará sempre presente em todos os momentos de minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A *DEUS*, primeiramente, que me iluminou, me capacitou, e me deu forças, perseverança e entusiasmo para chegar até aqui e sempre estar comigo, em todos os momentos de minha vida;

Aos meus *PAIS*, *Francisca Lúcia Moreira* e *Miguel Arcanjo Moreira*, por toda dedicação, cuidado, paciência e amor;

Ao meu irmão, *Miguel Arcanjo Moreira Filho*, pela ajuda, principalmente, na condução do experimento e nas análises estatísticas e por sempre me apoiar e estar presente em todos os momentos de minha vida;

À *Universidade Federal do Piauí*, pela oportunidade de me formar em Medicina Veterinária e possibilitar me tornar Mestre e Doutora em Ciência Animal, proporcionando-me compartilhar de momentos maravilhosos junto a todos que dela participam, sejam estudantes, professores ou servidores;

À *CAPES*, pela concessão da Bolsa de Doutorado, o que me fez dedicar mais tempo aos estudos e à condução do experimento para elaboração da Tese;

Ao meu orientador, professor Dr. *Arnaud Azevêdo Alves*, pela honesta, dedicada, sábia orientação e por me mostrar que sou capaz de enfrentar e vencer desafios;

Ao professor Dr. *Daniel Louçana da Costa Araújo*, pela colaboração, esforços incontestáveis, participação na banca examinadora e orientação sempre que necessário;

Ao professor Dr. *Antônio de Sousa Júnior*, por todo apoio oferecido na condução do experimento;

Aos professores Dra. *Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo*, Dr. *Henrique Nunes Parente* e Dr. *Marcônio Martins Rodrigues*, pela participação na banca examinadora e pelas críticas e sugestões prestadas para melhoria desta Tese;

A meu noivo *Antonio Eliomar Silva Pereira*, por seu amor, paciência, dedicação e ajuda com os animais e nas coletas de palma forrageira, durante o experimento;

Aos amigos *Rose Mendes*, *Jandson Vieira* e *Fernando Yuri*, pela amizade sincera e colaboração na condução do experimento e nas análises laboratoriais;

Aos alunos de iniciação científica *Abel Rodrigues*, *Marcos Clark* e *Ezequiel Leal*, pela ajuda na condução do experimento e nas análises laboratoriais;

À Mestre em Ciência Animal *Fabiana Castro*, pela ajuda na condução do experimento;

Aos Zootecnistas e amigos *Tatiana Saraiva* e *João Paulo Cardoso*, pelo apoio na coleta de sangue dos ovinos;

Ao mestre em Ciência Animal *Wanderson Fiares*, pela ajuda na condução do experimento;

Aos Engenheiros Agrônomos *Anderson Chaves*, *Guilherme Wallam*, *Adalberto Silva* e *Daniela de Sousa* pela ajuda na condução do experimento;

A todos os funcionários e servidores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e do Departamento de Zootecnia da UFPI, bem como aos trabalhadores terceirizados deste Departamento, aos quais agradeço no nome de *Lindomar Uchôa*, *Manoel de Carvalho*, *Francisco Alves (Chico Padeiro)* e *Isaias Soares (Batatinha)*;

Aos *colegas professores e alunos* da Universidade Estadual do Piauí do Campus Uruçuí, pelos ensinamentos adquiridos e momentos de descontração;

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito desta conquista.

Muito obrigada!

“Tudo posso naquele que me fortalece”

(2 Timóteo 3:16-17)

“Não andem ansiosos por coisa alguma, mas em tudo, pela oração e súplicas, e com ação de graças, apresentem seus pedidos a Deus”

(Filipenses 4:6)

SUMÁRIO

RESUMO	X
ABSTRACT	XII
1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Palma forrageira em dietas para ruminantes	16
2.2 Leucena como fonte de fibra e proteína na alimentação de ruminantes	17
2.3 Importância da utilização de fontes de fibra efetiva em dietas à base de palma forrageira para ruminantes	18
2.4 Comportamento ingestivo de animais confinados	20
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS ITENS 1 E 2	22
CAPÍTULO 1 – Efeito do feno de leucena como fonte de fibra efetiva e nutrientes em dietas com palma forrageira para ovinos em terminação em regiões semiáridas.....	25
CAPÍTULO 2 – Efeito do feno de leucena como fonte de fibra efetiva no comportamento ingestivo de ovinos em terminação submetidos a dietas contendo palma forrageira.....	44
4 CONSIDERAÇÕES GERAIS	64
5 ANEXO	65

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas	28
Tabela 2. Composição centesimal e química das dietas	29
Tabela 3. Consumo de matéria seca e nutrientes de dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra efetiva e palma forrageira para ovinos em terminação	33
Tabela 4. Digestibilidade da matéria seca e nutrientes e valor energético de dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra efetiva e palma forrageira para ovinos em terminação	33
Tabela 5. Balanço de nitrogênio de dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra efetiva e palma forrageira para ovinos em terminação	34
Tabela 6. pH e nitrogênio amoniacal no líquido ruminal e ureia no soro sanguíneo de ovinos em terminação submetidos a dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra efetiva e palma forrageira	35
Tabela 7. pH e nitrogênio amoniacal no líquido ruminal e ureia no soro sanguíneo de ovinos em terminação submetidos a dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra efetiva e palma forrageira, em função do tempo de coleta	35

Capítulo 2

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas	48
Tabela 2. Composição centesimal e química das dietas	49
Tabela 3. Comportamento ingestivo e consumo de MS e FDN _{cp} por ovinos em terminação submetidos a dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra associado à palma forrageira	53
Tabela 4. Ingestão de água (mL.dia ⁻¹) por ovinos em terminação submetidos a dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra associado à palma forrageira	55

MOREIRA, A.L. **Feno de leucena como fonte de fibra em dietas à base de palma forrageira para ovinos**. 2019. 75p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.

RESUMO

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar se o feno de leucena como fonte de fibra efetiva influencia o consumo, a digestibilidade *in vivo*, o balanço de nitrogênio, parâmetros ruminais e sanguíneos e o comportamento ingestivo de ovinos em terminação submetidos a dietas totais contendo palma forrageira. Foram utilizados 21 ovinos machos não castrados, mestiços da raça Dorper, aos oito meses de idade, distribuídos em delineamento em blocos ao acaso, com três tratamentos, representados por rações totais contendo 600 g de forragem.kgMS⁻¹, sendo a forragem o feno de leucena e palma forrageira *in natura* nas proporções 350:650, 450:550, 550:450 g.kg⁻¹, respectivamente, e sete repetições (ovinos). Para avaliação do pH e N-NH₃ no líquido ruminal e ureia no soro sanguíneo, foram adotadas parcelas subdivididas nos tempos 0; 2,5 e 5,0 h após a primeira refeição. O consumo de matéria seca, nutrientes e água, a digestibilidade da MS e nutrientes, o balanço de nitrogênio e o comportamento ingestivo não foram influenciados (P>0,05) pela associação de feno de leucena à palma forrageira como forragem das dietas totais, exceto a digestibilidade da FDN e o número de bolos ruminais e de mastigações por bolo ruminal que reduziram (P<0,05) com o aumento na proporção de feno de leucena nas dietas. O consumo de MS (1.057,01±273,90 g.dia⁻¹) e PB (152,98±38,19 g.dia⁻¹) foram suficientes para atendimento às exigências nutricionais dos ovinos. O balanço de nitrogênio foi positivo para todas as dietas. O pH e o N-NH₃ mostraram-se adequados à fermentação no rúmen e a ureia no sangue manteve-se no intervalo fisiológico normal para ovinos. A associação de 350 a 550 g de feno de leucena.kg⁻¹ com 450 a 650 g de palma forrageira.kg⁻¹ em rações totais contendo 600 g de forragem.kgMS⁻¹ e 400 g de concentrado.kgMS⁻¹ para ovinos de maturidade tardia em terminação resulta em consumo de matéria seca, FDN_{fe} e nutrientes suficiente para atender as exigências nutricionais para ganho de

peso diário de 200 g, sem alterar o comportamento ingestivo, o que caracteriza o feno de leucena como uma importante fonte de fibra efetiva e de nutrientes. Rações contendo forragem de palma forrageira *in natura* atendem mais da metade das necessidades diárias de água dos ovinos, consistindo em boa estratégia em regiões semiáridas, onde há déficit hídrico.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio, comportamento ingestivo, consumo de água, consumo de nutrientes, digestibilidade *in vivo*, fibra efetiva, ruminantes.

MOREIRA, A.L. **Leucaena hay as source of fiber in diets based on fodder spineless cactus for sheep**. 2019. 75p. Thesis (Doctorate in Animal Science) – University Federal of Piauí, Teresina, 2019.

ABSTRACT

This research was carried out with the aim of evaluate whether leucaena hay as an effective fiber source influences the intake, *in vivo* digestibility, nitrogen balance, ruminal and blood parameters and the ingestive behavior of finishing sheep submitted to total diets containing fodder spineless cactus. Were utilized twenty-one uncastrated male, Dorper crossbreed sheep, at eight months of age, randomly assigned to three treatments, represented by total rations with 600 g of roughage.kgDM⁻¹, roughage constituted for leucaena hay and spineless cactus fodder *in natura* in proportions 350: 650, 450: 550, 550: 450 g.kg⁻¹, respectively, and seven replications (sheep). To evaluate the pH and N-NH₃ in ruminal fluid and urea in the blood serum, plots were subdivided at times 0.0; 2.5 and 5.0 h after the first meal. The dry matter and nutrients intake and digestibility, water intake, nitrogen balance and ingestive behavior were not influenced (P>0.05) by the association of leucaena hay and spineless cactus fodder *in natura* as roughage in total diets, except NDF digestibility, ruminal cakes number and the chewings number per ruminal cake, that reduced (P<0.05) with the increase in the proportion of leucaena hay in the diets. DM intake (1,057,01 ± 273,90 g.day⁻¹) and CP (152.98 ± 38.19 g.day⁻¹) was sufficient to meet the nutritional requirements of sheep. Nitrogen balance was positive for all diets. Ruminal pH and the N-NH₃ concentration in rumen fluid were suitable to the fermentation in the rumen, with the serum urea concentration in the normal physiological range for sheep. The association of 350 to 550 g leucaena hay.kg⁻¹ with 450 to 650 g spineless cactus fodder.kg⁻¹, in total rations containing 600 g roughage.kgMS⁻¹ and 400 g concentrate.kgMS⁻¹, for finishing of sheep of late maturity results in DM, NDF and nutrients intake sufficient to meet the nutritional requirements for daily weight gain of 200 g, without altering ingestive behavior, which characterizes leucaena hay as important source of nutrients and effective fiber. Rations containing spineless cactus fodder *in*

natura account for more than half of the daily water requirements of sheep, constituting in good strategy in semi-arid regions, where there is water déficit.

Key words: effective fiber, *in vivo* digestibility, ingestive behavior, Nitrogen balance, nutrient intake, ruminant, water intake.

1 INTRODUÇÃO

Áreas semiáridas são caracterizadas por sazonalidade de produção de forragem, devido prolongados períodos secos e irregular distribuição de chuvas o que provoca efeitos negativos na produção animal, sendo propícia a utilização de recursos forrageiros adaptados às condições da região.

Devido suas características morfofisiológicas, a palma forrageira se adapta bem às condições adversas do semiárido (SOUZA et al., 2009), representando uma alternativa para a alimentação animal, principalmente, em períodos de baixa disponibilidade de forragem ou quando os alimentos apresentam baixo valor nutritivo. O cultivo de palma é uma das principais estratégias para contornar a queda da produção de forragem em períodos de seca e reduzir custos com alimentação animal.

A palma miúda (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck) possui baixos teores de PB e FDN elevados teores de CNF (CARDOSO et al., 2019), com rápida degradabilidade ruminal (TORRES et al., 2009) e pode levar o animal ao não atendimento das exigências nutricionais e ao desenvolvimento de distúrbio metabólico conhecido como acidose ruminal. Assim, não se recomenda utilizar a forragem da palma forrageira como alimento exclusivo na alimentação de ruminantes (PINHO et al., 2018).

É necessária a associação de forragem de palma forrageira, com outra forragem rica em fibra efetiva (FDN_{fe}) e suficiente proteína bruta (PB), como a leucena, pois a palma possui energia rapidamente disponível ao animal, devido aos baixos teores de FDN e elevados teores de CNF (WANDERLEY et al., 2012), enquanto a leucena fornece FDN_{fe} e PB aos animais (FERREIRA et al., 2009).

A leucena é muito utilizada na alimentação de ruminantes, por conter elevado teor de PB, elevada produtividade, aceitação por diferentes espécies animais, além da boa capacidade de rebrota, mesmo durante o período de seca. Além disso, pode ser utilizada na forma de feno e possui em média 16,81% de PB e 57,25% de FDN, o que torna seu uso recomendável na alimentação animal (POSSENTI et al., 2008), e se fornecida em tamanhos de partículas adequados, pode constituir fonte de FDN_{fe} em dietas à base de palma forrageira, necessária ao estímulo da mastigação e manutenção de condições para fermentação no ambiente ruminal (MERTENS, 1997).

A associação de fontes de FDN_{fe} à palma forrageira tem se mostrado eficiente. Wanderley et al. (2012) recomendam a associação de silagens e feno à palma forrageira, sem

comprometimento ao consumo por ovinos, em média de 0,968 kg/dia, com destaque para a maior digestibilidade da MS quando da associação com silagem de sorgo. Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o valor nutritivo de dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra associado à palma forrageira para ovinos em terminação.

Esta Tese está assim estruturada: Parte I - Introdução, Referencial Teórico e Referências Bibliográficas, redigidos segundo as normas do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí; Parte II, referente ao **CAPÍTULO 1 - Efeito do feno de leucena como fonte de fibra efetiva e nutrientes em dietas com palma forrageira para ovinos em terminação em regiões semiáridas**; e Parte III, referente ao **CAPÍTULO 2 - Efeito do feno de leucena como fonte de fibra efetiva no comportamento ingestivo de ovinos em terminação submetidos a dietas contendo palma forrageira**, estando as partes II e III elaboradas na forma de artigo científico segundo as normas do periódico *Animal Science Journal*, ao qual serão submetidos para publicação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Palma forrageira em dietas para ruminantes

A palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck cultivar miúda) é uma cultura importante para a alimentação animal e manutenção da atividade pecuária no semiárido nordestino, devido a sua adaptação a regiões com baixa disponibilidade pluviométrica e limitação para produção de outras culturas de sequeiro.

A palma, por suas características morfofisiológicas de adaptação a áreas semiáridas, caracterizada pelo processo fisiológico do ácido crassuláceo (CAM), com abertura dos estômatos à noite, é eficiente no uso da água (GUEVARA; SUASSUNA; FELKER, 2009). Portanto, apresenta substancial contribuição para o atendimento das necessidades hídricas de ruminantes, via alimento, durante períodos de seca nos trópicos (PINHO et al., 2018). Para o sucesso da economia hídrica, cada órgão da palma forrageira se mostra necessário e eficiente e assim, possibilita economia de grande quantidade de água (SILVA; SAMPAIO, 2015).

A associação da palma forrageira *in natura* e do farelo de palma (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) ao feno de capim-Tifton (*Cynodon dactylon*) em dietas para ovinos resulta em menor ingestão direta de água com a dieta contendo palma forrageira *in natura*, devido ao elevado teor de umidade desta forragem, sendo considerada uma excelente estratégia alimentar onde houver limitação de água, além de aumentar o consumo de matéria seca (MS) da dieta e melhorar aproveitamento dos nutrientes (PEREIRA NETO et al., 2016).

A palma forrageira cultivar Miúda é uma planta de pequeno porte e caule ramificado, com peso médio das raquetes 350g, com 25 cm de comprimento, obovada e de cor verde intenso (GALVÃO JÚNIOR; SILVA; LIMA, 2014). Apresenta elevada produtividade de MS por área e possui elevado valor nutritivo, sendo bastante palatável em relação às cultivares gigante e redonda (SILVA et al., 2014) e possui a vantagem de ser resistente à cochonilha do carmim (SILVA et al., 2010).

A cultivar de palma forrageira Miúda apresenta maior produtividade quando cultivada em elevadas densidades que as cultivares Gigante e Redonda. Nas densidades de plantio 10.000 a 80.000 plantas/ha, a produtividade é 118 a 639 t/ha para a cultivar Miúda, 113 a 518 t/ha para a Redonda, e 100 a 400 t/ha para a Gigante (SILVA et al., 2014), o que decorre de seu elevado potencial produtivo, quando cultivada em plantio adensado, respondendo positivamente em produtividade de massa verde e seca por área.

A palma miúda possui em média 3,38% de proteína (PB), 26,7% de fibra (FDN) e 56,7% de carboidratos não fibrosos (CNF), consistindo em excelente fonte de energia para animais ruminantes (CARDOSO et al., 2019), além da elevada digestibilidade da MS, o que torna a palma um dos principais alimentos para ruminantes no semiárido (PEREIRA NETO et al., 2016). A palma forrageira é muito palatável e o animal pode ingerir voluntariamente elevadas quantidades por dia (FERREIRA et al., 2009), além de fornecer quantidade de água necessária ao metabolismo animal (VIEIRA et al., 2008). No entanto, por conter baixo teor PB e fibra fisicamente efetiva (FDN_{fe}), a fibra da forragem que estimula a atividade de mastigação e ruminação, a alimentação dos animais ruminantes não deve ser exclusiva de palma, pois nestas condições não atende suas necessidades nutricionais e metabólicas.

É necessária a associação de palma com alimentos com elevados teores de fibra e fontes de proteína (WANDERLEY et al., 2012). Segundo Lopes et al. (2017), as leguminosas, devido ao elevado valor nutritivo, podem ser associadas à palma forrageira na ração, propiciando FDN_{fe} e maior digestibilidade da MS, com melhoria do desempenho animal.

2.2 Leucena como fonte de fibra e proteína na alimentação de ruminantes

As leguminosas são plantas forrageiras com capacidade de fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico e podem contribuir para elevar a produtividade animal (BARCELLOS et al., 2008), por possuírem altos teores de proteína em sua constituição. A leucena (*Leucaena leucocephala*) é promissora para alimentação animal, por ser bastante cultivada e adaptada às áreas semiáridas, com rápida capacidade de rebrota, bom valor nutritivo e excelente aceitação pelos animais (CÂMARA et al., 2015).

A leucena nas idades pós-rebrota 45 a 75 dias apresenta uma produção média de 1063,15 kg MS de forragem.ha⁻¹, sendo 65% composta por folhas, a parte mais nutritiva para a alimentação animal (VIEIRA et al., 2015), com média de 23% de PB.

A leucena pode ser fenada para alimentação animal (CÂMARA et al., 2015). O feno de leucena possui em média 11,69% de PB e 66,40% de FDN, o que indica ser um alimento promissor para alimentação de ruminantes (WANDERLEY et al., 2012). As leguminosas são importantes para a nutrição animal como fontes de energia a baixo custo e fornecedores de FDN_{fe} necessária ao estímulo da mastigação e salivação para manutenção de condições ideais para fermentação no ambiente ruminal (MERTENS, 1997). Também são importantes para o incremento do conteúdo de PB da forragem volumoso, exercendo efeito benéfico principalmente em associação com outras forragens.

Para obtenção de feno de leucena de boa qualidade são suficientes 16 h de exposição ao sol, devido a boa relação folha:haste, com elevado valor nutritivo (BAYÃO et al., 2016), devido a presença de folhas (PINHO et al., 2013), com reflexos positivos na produtividade animal. Assim, o feno de leucena, por ser fonte de proteína e FDN_{fe}, é uma alternativa promissora para associação à palma forrageira nas dietas para animais ruminantes (WANDERLEY et al., 2012).

2.3 Importância da utilização de fontes de fibra efetiva em dietas à base de palma forrageira para ruminantes

No ano de 2017, o efetivo de rebanho de pequenos ruminantes no Brasil alcançou 18,0 e 9,6 milhões de ovinos e caprinos, respectivamente. A atividade produtiva de pequenos ruminantes na região Nordeste do Brasil é crescente, devido ser uma importante fonte alimentar à população de baixa renda, além de ser uma opção de fonte de renda aos produtores, a partir dos produtos carne, leite e pele (IBGE, 2017). Apesar desse crescimento, os índices produtivos dos rebanhos ainda são baixos devido a severas deficiências nutricionais no período de escassez de alimentos (ARAÚJO FILHO et al., 2010), o que compromete a saúde e conseqüentemente, o desempenho produtivo dos animais (BEN SALEM, 2010).

As espécies forrageiras adaptadas ao clima e solo do semiárido constituem alternativa alimentar viável e capazes de atender exigências de manutenção e produção dos animais ruminantes nesta área, principalmente quando são verificados longos períodos de estiagem (BISPO et al., 2007), com destaque para o baixo custo (SIQUEIRA et al., 2017). A inclusão de palma forrageira em dietas reduz a demanda por alimentos concentrados, devido a elevada concentração de carboidratos facilmente fermentáveis e contribui para a redução dos custos de alimentação (PINHO et al., 2018).

A palma forrageira possui elevado teor de umidade, maior fração A+B1 de carboidratos, representada pelos carboidratos solúveis (açúcares solúveis, amido e pectina), e baixo teor de FDN_{fe}, consistindo em um alimento de elevada degradação ruminal. No entanto, esses fatores provocam redução da mastigação e ruminação, o que pode acarretar a acidose ruminal, um distúrbio metabólico comum nos animais ruminantes que consomem forragem de palma *in natura* como alimento exclusivo (SANTOS et al., 2010). Além disso, a palma forrageira possui baixo teor de PB, o que pode limitar o consumo de MS e nutrientes, diminuindo a produtividade animal (VIEIRA et al., 2008). Assim, é necessário se ajustar as taxas de degradação de carboidratos e proteínas, pois esses nutrientes dão suporte à adequada fermentação ruminal.

A palma forrageira deve ser fornecida em rações completas com adequadas proporções dos nutrientes necessários à categoria animal, visando otimizar o consumo de MS, elevar a degradabilidade dos nutrientes e reduzir distúrbios metabólicos (BATISTA et al., 2009).

Em nutrição animal, a fibra está vinculada ao método analítico para sua determinação. Quimicamente, a fibra é um agregado de compostos e não uma entidade química distinta, portanto, a composição química da fibra depende de sua fonte e da metodologia adotada para sua análise (MERTENS, 1997). A fibra representa a parede celular dos vegetais, enquanto a FDN_{fe} está relacionada ao tamanho das partículas e é importante para estimular as atividades de mastigação e salivação, sendo a saliva rica em tampões para manutenção das condições fermentativas normais do rúmen, além de estabelecer uma melhor estratificação neste ambiente (SILVA; NEUMANN, 2012).

Para avaliação do tamanho de partículas ou para medir a efetividade da fibra (FDN_{fe}), Lammers; Buckmaster; Heinrichs (1996) desenvolveram o sistema de peneiras, denominado PSPS (*Pen State Particle Separator*), com base no tamanho de partículas das forragens, consistindo em um método rápido e de baixo custo. Por este método se pode avaliar o tamanho de partículas dos alimentos (ingredientes) ou da ração completa. A FDN_{fe} pode ser mensurada como proporção da MS retida nas peneiras de 19,8 e 1,18 mm e num recipiente sólido no fundo (NUSSIO; CAMPOS; LIMA, 2011).

A associação de fonte de FDN_{fe} em rações à base de palma forrageira estimula o consumo, devido provavelmente à redução da umidade e melhoria no ambiente ruminal (BISPO et al., 2007). Caprinos alimentados com silagens de palma e feno de diferentes leguminosas (GUSHA et al., 2015), apresentam aumento no consumo e digestibilidade da MS e nutrientes, com melhor degradação e síntese de proteína microbiana no rúmen, favorecendo o aporte de proteína microbiana pós-ruminal, com efeito na maximização da síntese de proteína verdadeira e produtividade animal.

A associação de 44% de feno de capim-elefante a 56% de palma forrageira na fração forragem da dieta estimula o consumo de MS, PB e CNF e a digestibilidade da MS e dos carboidratos totais de dietas totais para ovinos, com relação volumoso:concentrado 65:35 (BISPO et al., 2007).

A inclusão de uma fonte de FDN_{fe} em dietas contendo palma forrageira proporciona condições favoráveis ao ambiente ruminal, melhora o consumo e a digestibilidade dos nutrientes e o comportamento ingestivo de caprinos (PINHO et al., 2018). Um mínimo de 10,9% de FDN_{fe} pode ser recomendado para melhoria do desempenho de animais submetidos a dietas com palma

forrageira e feno de capim Tifton-85. Um mínimo de 15% de FDN_{fe} foi estabelecido por Vieira et al. (2008), para aumentar o consumo de MS e de nutrientes e a degradabilidade da PB de dietas contendo palma forrageira para caprinos.

2.4 Comportamento ingestivo de animais confinados

O consumo de alimento é um dos principais fatores determinantes do desempenho animal e pode ser modificada tanto pelo ambiente quanto pelas características físicas e químicas do alimento, o que pode influenciar o ganho de peso animal. Assim, o conhecimento do comportamento ingestivo é importante na avaliação de dietas visando melhor manejo alimentar e desempenho produtivo (FRANÇA et al., 2009).

O conhecimento das atividades individuais dos animais e do ambiente físico e social possibilita compreender melhor os fatores que determinam as ações dos animais, e assim, se adotar sistemas de criação mais eficientes, ao considerar aspectos importantes para a nutrição animal, tais como os tempos em mastigação, ruminação e ócio (FIGUEIREDO et al., 2013).

O comportamento ingestivo de animais confinados é conhecido pela adoção de metodologias de avaliação nictemeral, as quais contemplam um ciclo de 24 horas de observações, com amostragens instantâneas a intervalos de 5 minutos entre cada observação, quando são mensurados os tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio e as eficiências destes processos, uma vez que são resultantes da interação do metabolismo animal com as propriedades físico-químicas dos ingredientes da dieta e com a ruminação, importante na utilização de alimentos volumosos pelos ruminantes (BURGER et al., 2000).

Os ruminantes apresentam facilidade de adaptação a diferentes ambientes, sistemas de alimentação e manejo, modificando seus parâmetros de comportamento para alcançar o consumo exigido pela espécie (HODGSON, 1990). Animais confinados despendem, em média, uma hora para ingerir alimentos com elevada densidade energética e até mais de 6 horas para alimentos com elevados teores de FDN_{fe} (HUBNER et al., 2008).

Os tempos em mastigação e ruminação são relacionados diretamente ao consumo de MS e ao teor de FDN na dieta. Quando da ingestão de alimentos com elevadas proporções de FDN_{fe} , os animais despendem mais tempo ruminando e menos tempo em atividades como ócio (VAN SOEST, 1994). Alimentos concentrados reduzem o tempo de ruminação e aumentam a eficiência, enquanto alimentos volumosos tendem a elevar o tempo e eficiência de ruminação (BURGER et al., 2000)

A ingestão de forragens depende do seu valor nutritivo. A FDN é o principal fator que interfere no consumo por animais confinados, por influenciar diretamente o funcionamento do ambiente ruminal (SOUZA et al., 2010). A palma forrageira em dietas para ovinos confinados leva ao aumento do tempo despendido em alimentação e diminuição do tempo despendido em ruminação, devido à maior digestibilidade das dietas com elevados teores de CNF (BISPO et al., 2010).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS ITENS 1 E 2

- ARAÚJO FILHO, J.T. et al. Desempenho e composição da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.363-371, 2010.
- BARCELLOS, A.O. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.51-67, 2008 (sup.).
- BATISTA, A.M.V. et al. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. *Rangeland Ecology e Management*, v.62, p.297-301, 2009.
- BAYÃO, G.F.V. et al. Desidratação e composição química do feno de Leucena (*Leucena leucocephala*) e Gliricidia (*Gliricidia sepium*). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.17, p.365-373, 2016.
- BEN SALEM, H. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.337-347, 2010 (sup.).
- BISPO, S.V. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, p.1002-1009, 2007.
- BISPO, S.V. et al. Comportamento ingestivo de vacas em lactação e de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.39, p.2024-2031, 2010.
- BURGER, J.P. et al. Comportamento ingestivo de bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.29, p.236-242, 2000.
- CARDOSO, D.B. et al. Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of lambs. *Animal Feed Science and Technology*, v. 247, p.23-31, 2019.
- CÂMARA, C.S. et al. Dietas contendo fenos de leucena ou estilosantes para cabras AngloNubianas de tipo misto em lactação. *Revista Ciência Agronômica*, v.46, p.443-450, 2015.
- FERREIRA, M.A. et al. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, suplemento especial, p. 322-329, 2009.
- FIGUEIREDO, M.R.P. et al. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibra. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v, 65, p.485-489, 2013.
- FRANÇA, S.R.L. et al. Comportamento ingestivo de ovelhas Morada Nova no terço final da gestação com níveis de energia metabolizável na dieta. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.10, p.73-84, 2010.
- GALVÃO JÚNIOR, J.G.B.; SILVA, J.B.A.; LIMA, R.N. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: Cultivo e utilização. *Acta Veterinária Brasilica*, v.8, p.78-85, 2014.

- GUEVARA, J.C., SUASSUNA, P., FELKER, P. Opuntia forage production systems: status and prospects for rangeland application. *Rangeland, Ecology e Management*, v.62, p.428–434, 2009.
- GUSHA, J. et al. Effect of feeding cactus-legume silages on nitrogen retention, digestibility and microbial protein synthesis in goats. *Animal Feed Science and Technology*, v.206, p.1-7, 2015.
- HUBNER, C.H. et al. Comportamento ingestivo de ovelhas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. *Ciência Rural*, v.38, p.1078-1084, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2017]. *Produção Pecuária Municipal*, Rio de Janeiro, v.45, p.1-8, 2017. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2017_v45_br_informativo.pdf> acesso em: 18 jul 2019.
- LAMMERS, B.P.; BUCKMASTER, D.R.; HEINRICH, J.A. A simple method for the analyses of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, v.79, p.922-928, 1996.
- LOPES, L.A. et al. Replacement of tifton hay with alfalfa hay in diets containing spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) for dairy goats. *Small Ruminant Research*, v.156, p.7-11, 2017.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.1463-1481, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- PEREIRA NETO, J.P. Balanço hídrico e excreção renal de metabólitos em ovinos alimentados com palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.36, p.322-328, 2016.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). *Nutrição de Ruminantes*. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011, p.193-238.
- PINHO, R.M.A. et al. Does the level of forage neutral detergent fiber affect the ruminal fermentation, digestibility and feeding behavior of goats fed cactus pear? *Animal Science Journal*, p.1-8, 2018.
- PINHO, R.M.A. et al. Avaliação de fenos de capim-buffel colhidos em diferentes alturas de corte. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*, v.13, p. 437-447, 2013.
- POSSENTI, R.A. et al. Efeitos de dietas contendo *Leucaena leucocephala* e *Saccharomyces cerevisiae* sobre a fermentação ruminal e a emissão de gás metano em bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.1509-1516, 2008.

- SANTOS, A.O.A. et al. Effects of Bermuda grass hay and soybean hulls inclusion on performance of sheep fed cactus-based diets. *Tropical Animal Health Production*, v.42, n3, p. 487–494, 2010.
- SOUZA, E.J.O. et al. Comportamento ingestivo e ingestão de água em caprinos e ovinos alimentados com feno e silagem de maniçoba. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.11, p.1056-1067, 2010.
- SILVA, M.G.S. et al. Anatomy of diferente forage cacti whit contransting insect resistance. *Journal Arid Enviroment*, v.74, p.718-722, 2010.
- SILVA, M.R.H.; NEUMANN, M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: Conceitos e importância na nutrição de ruminantes. *FAZU em revista*, n.9, p.69-84, 2012.
- SILVA, L.M. et al. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. *Ciencia Rural*, v.44, p.2064-2071, 2014.
- SILVA, R.R.; SAMPAIO, E.V.S.B. Palmas forrageiras *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochellinifera*: sistemas de produção e uso. *Revista Geama*, v.1, p.151-161, 2015.
- SIQUEIRA, M.C.B. et al. Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and partial digestibility, fiber dynamics and ruminal parameters. *Animal Feed Science and Technology*, v.226, p.56-64, 2017.
- SOUZA, E.J. et al. 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*, v.85, p.63-69, 2009.
- TORRES, L.C.L. et al. Substituição da palma-gigante por palma-miúda em dietas para bovinos em crescimento e avaliação de indicadores internos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.2264-2269, 2009.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Comstock, 1994, 476p.
- VIEIRA, E.L. et al. 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*, v.141, p. 199–208, 2008.
- VIEIRA, J.C. et al. Comportamento em pastejo e ingestivo de caprinos em sistema silvipastoril. *Revista Ciência Agronômica*, v.46, p.865-872, 2015.
- WANDERLEY, V.L. et al. Silagens e fenos em associação à palma forrageira para vacas em lactação. Consumo, digestibilidade e desempenho. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.13, p. 745-754, 2012.

CAPÍTULO 1

EFEITO DO FENO DE LEUCENA COMO FONTE DE FIBRA EFETIVA E NUTRIENTES EM DIETAS COM PALMA FORRAGEIRA PARA OVINOS EM TERMINAÇÃO EM REGIÕES SEMIÁRIDAS

MOREIRA, Antonia Leidiana^{1*}, ALVES, Arnaud Azêvedo¹, ARAÚJO, Daniel Louçana da
Costa¹, MOREIRA FILHO, Miguel Arcaño³, AZEVÊDO, Danielle Maria Machado Ribeiro²,
PARENTE, Henrique Nunes⁴, COSTA, Jandson Vieira¹, ALVES, Fabiana Castro⁴

¹Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia,
Teresina, PI. Telefone (+55) 3215-5750. *E-mail: leda.vet@hotmail.com

²Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, Brasil

³Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus, PI, Brasil

⁴Universidade Federal do Maranhão, Campus de Chapadinha, Centro de Ciências Agrárias e
Ambientais, Chapadinha, MA, Brasil

Resumo – Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de se avaliar o consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio de dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra efetiva associado à palma forrageira para ovinos em terminação. Utilizou-se 21 ovinos machos, em delineamento em blocos ao acaso, com três tratamentos, representados por dietas totais contendo 600 g de forragem/kgMS, sendo a forragem o feno de leucena e palma forrageira *in natura* nas proporções 350:650, 450:550, 550:450 g/kg, respectivamente. Para o pH e N-NH₃ no líquido ruminal e ureia no soro sanguíneo, foram adotadas parcelas subdivididas em diferentes tempos. Os consumos de MS e PB foram suficientes para atender às exigências nutricionais dos ovinos. A digestibilidade da MS e nutrientes e o balanço de nitrogênio não foram influenciados (P>0,05) pelas dietas, exceto a digestibilidade da FDN que diminuiu (P<0,05) com o aumento nas proporções de feno de leucena nas dietas. O pH e o N-NH₃ foram adequados à fermentação no rúmen e a ureia no sangue manteve-se em condições fisiológicas normais para ovinos. A

26 associação de 350 a 550 g/kg de feno de leucena com 450 a 650 g/kg de palma forrageira em
27 dietas totais contendo 600 g de forragem e 400 g de concentrado por kgMS para ovinos de
28 maturidade tardia em terminação propicia atendimento às exigências nutricionais para ganho de
29 peso diário de 200 g, o que caracteriza o feno de leucena como uma importante fonte de fibra
30 efetiva e de nutrientes nestas dietas.

31 **Palavras-chave:** animais ruminantes, fibra efetiva, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de
32 Wit., *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck.

33 **1 INTRODUÇÃO**

34 A palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* cultivar Miúda) é bem adaptada ao clima de
35 regiões semiáridas e fonte estratégica de água e energia para os animais ruminantes (Pinho et al.,
36 2018). Possui baixos teores de matéria seca (142,0 gMS/kg de matéria verde), proteína bruta
37 (33,8 gPB/kgMS) e fibra em detergente neutro (267,0 gFDN/kgMS) e elevada proporção de
38 carboidratos não fibrosos, 567,0 gCNF/kgMS (Cardoso et al., 2019).

39 O fornecimento de palma forrageira como alimento exclusivo a ruminantes pode acarretar
40 acidose, um distúrbio metabólico, que resulta em diarreia e perda de peso (Tegegne; Kijora;
41 Peters, 2007), sendo necessária a correção da FDN efetiva da dieta para manutenção das
42 atividades de mastigação, ruminação, fluxo de saliva e tamponamento do pH ruminal (Li et al.,
43 2014), com resultados positivos na prevenção da depressão do consumo de matéria seca,
44 motilidade ruminal, produção microbiana e digestibilidade da fibra (Vieira et al., 2008).

45 Há várias fontes de fibra efetiva com potencial para utilização em dietas com palma
46 forrageira. As silagens de girassol ou de sorgo e os fenos de leucena, guandu ou capim-elefante,
47 constituem boas alternativas para suprir fibra efetiva em dietas com palma forrageira para ovinos
48 nas regiões semiáridas (Wanderley et al., 2012).

49 Uma alternativa para adicionar FDN efetiva e melhorar a qualidade da fração volumosa da
50 dieta é a associação do feno de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. à palma

51 forrageira. O feno de leucena possui 168,0 gPB/kgMS e 572,0 gFDN/kgMS, o que o estimula
52 seu uso na alimentação de ruminantes (Possenti et al., 2008), podendo suprir proteína e fibra ao
53 mesmo tempo.

54 A necessidade da associação de palma forrageira a uma fonte de fibra efetiva em dietas
55 para ruminantes está consolidada, no entanto, a associação da palma forrageira ao feno de
56 leucena em dietas para categorias de ovinos de exigências nutricionais elevadas merece atenção.
57 Assim, objetivou-se avaliar o valor nutritivo de dietas contendo feno de leucena como fonte de
58 fibra efetiva associado à palma forrageira para ovinos em terminação.

59 **2 MATERIAL E MÉTODOS**

60 **2.1 Local do experimento, protocolo ético e ambiental e obtenção da palma** 61 **forrageira e feno de leucena**

62 Este experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências
63 Agrárias da Universidade Federal do Piauí (DZO/CCA/UFPI), na cidade de Teresina, estado do
64 Piauí, Brasil, nas coordenadas geográficas: 05°05'21" Sul, 42°48'07" Oeste e altitude 74,4 m. A
65 leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) e a palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*
66 Salm Dick. cultivar Miúda) foram cultivados em áreas de produção de forragem do
67 DZO/CCA/UFPI.

68 Seguiu-se o protocolo ético da pesquisa n° 358/17, aprovado pela Comissão de Ética no
69 Uso de Animais (CEUA/UFPI).

70 A cultura da palma forrageira foi cultivada em julho de 2014, em espaçamento 1,10m x
71 0,10m entre linhas e plantas, respectivamente, irrigada no período seco por gotejamento, a cada
72 sete dias, com vazão de 5 litros de água por metro linear. Anualmente foi realizada adubação em
73 cobertura com 200 kg de N.ha⁻¹ e 240 kg de K₂O.ha⁻¹, parcelados em quatro vezes, nas formas de
74 sulfato de amônia e cloreto de potássio, respectivamente.

75 Os cladódios de palma forrageira foram colhidos aos 18 meses da rebrota e fornecidos *in*
 76 *natura* aos ovinos. Foi adotado o sistema de colheita parcial, colhendo-se apenas parte da copa
 77 da planta a partir das raquetes primárias e secundárias, deixando-se o tronco com algumas
 78 raquetes para rebrota.

79 A cultura da leucena foi implantada no ano de 2000, em espaçamento 1,90m x 0,70m entre
 80 linhas e plantas, respectivamente. Para fenação, os ramos da leucena foram colhidos com
 81 espessura da haste com diâmetro de até 6 mm, aos 50 dias pós-rebrota. A forragem foi triturada
 82 em máquina forrageira, fenada ao sol por até 72 horas, e o feno foi armazenado em sacos de ráfia
 83 sobre estrados de madeira, em galpão ventilado.

84 2.2 Dietas e animais

85 Foram utilizados 21 ovinos, machos, não castrados, mestiços da raça Dorper, aos oito
 86 meses de idade e peso vivo $23,4 \pm 3,6$ kg. Os animais foram previamente pesados e vermifugados.
 87 As dietas foram isoprotéicas, formuladas segundo o NRC (2007), para ganho de $200 \text{ gPV} \cdot \text{dia}^{-1}$, a
 88 partir da composição química dos ingredientes (Tabela 1), com relação volumoso:concentrado
 89 60:40. A fração volumosa foi composta por feno de leucena e palma forrageira *in natura* nas
 90 proporções 350:650, 450:550 e 550:450, respectivamente, correspondendo aos três tratamentos
 91 experimentais. A fração concentrada foi composta por grão de milho triturado e farelo de soja
 92 (Tabela 2).

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas

Nutriente*	Ingredientes			
	Feno de leucena	Palma forrageira	Milho grão	Farelo de soja
Matéria seca (MS, % da MN)	89,87	10,67	89,38	90,07
<i>% da MS</i>				
Matéria orgânica	92,31	87,57	99,00	94,07
Proteína bruta	20,45	4,500	9,13	48,53
Extrato etéreo	1,87	1,47	4,42	3,89
FDN _{cp}	49,35	30,00	13,98	14,62
FDA _{cp}	30,69	20,00	3,91	9,86
FDN _{fe}	48,24	0,00	0,00	0,00

Hemicelulose	18,66	10,00	10,07	4,76
Celulose	19,06	15,34	2,01	7,78
Lignina	10,52	4,08	0,82	1,05
CNF	20,64	51,61	71,48	27,03
CT	69,99	81,61	85,46	41,65
Cálcio	1,60	2,30	0,03	0,34
Fósforo	0,20	0,20	0,25	0,58
<i>% do N total</i>				
NIDN	37,59	15,11	11,25	11,84
NIDA	18,70	13,80	9,15	6,95
Energia bruta (cal.g ⁻¹)	5.065,55	3.360,53	4.059,34	4.602,55

*MN = matéria natural; FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDA_{cp} = fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína; FDN_{fe} = fibra em detergente neutro fisicamente efetiva; CNF = carboidratos não fibrosos; CT = carboidratos totais; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

Tabela 2. Composição centesimal e química das dietas

Ingrediente/Nutriente*	Relação feno de leucena:palma forrageira por 1000 gramas de forragem na dieta		
	350:650	450:550	550:450
<i>Composição centesimal</i>			
Feno de leucena	21,02	27,00	33,00
Palma forrageira	39,04	33,00	27,00
Milho em grão moído	27,06	29,41	32,26
Farelo de soja	12,88	10,59	7,74
<i>Composição química</i>			
Matéria seca (MS, em % da MN)	58,84	63,61	68,34
<i>% da MS</i>			
Matéria orgânica	92,50	92,90	93,32
Proteína bruta	14,78	14,83	14,67
Extrato etéreo	2,66	2,70	2,74
FDN _{cp}	27,75	28,88	30,03
FDA _{cp}	16,59	17,08	17,55
FDN _{fe}	10,14	13,02	15,92
Hemicelulose	11,16	11,80	12,47
Celulose	11,54	11,62	11,68
Lignina	4,16	4,54	4,92
CNF	47,31	46,49	45,90
CT	75,06	75,37	75,92
Cálcio	1,29	1,24	1,19
Fósforo	0,26	0,25	0,25
<i>% do N total</i>			
NIDN	18,37	19,70	21,03
NIDA	12,69	13,03	13,39
Energia bruta (cal.kg ⁻¹)	4,068	4,158	4,245

*FL = feno de leucena; PF = palma forrageira; MN = matéria natural; FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; FDA_{cp} = fibra em detergente ácido corrigido

para cinza e proteína; FDN_{fe} = fibra em detergente neutro fisicamente efetiva; CNF = carboidratos não fibrosos; CT = carboidratos totais; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

93 2.3 Análises químicas

94 Amostras dos ingredientes, sobras e fezes foram secas em estufa com circulação forçada
95 de ar a $60 \pm 5^\circ\text{C}$, por 72 horas, e trituradas a partículas de 1 mm em moinho de facas tipo *Willey*
96 para posterior obtenção do teor de MS, e com base na MS, proteína bruta (PB), extrato etéreo
97 (EE) e cinza, segundo metodologias da AOAC (2012). A fibra em detergente neutro (FDN_{cp}) e a
98 fibra em detergente ácido (FDA_{cp}), corrigidos para cinza e proteína, e a lignina foram obtidas
99 pelo método de Van Soest; Robertson; Lewis (1991).

100 Com base no nitrogênio (N) total, obteve-se o N insolúvel em detergente neutro (NIDN) e
101 o N insolúvel em detergente ácido (NIDA), segundo metodologias descritas por Licitra;
102 Hernandez; Van Soest (1996). A energia metabolizável (EM) foi estimada pela equação $EM =$
103 $0,73 \times ED$, proposta por Resende et al. (2011), enquanto a energia digestível (ED) foi estimada
104 pelos valores de NDT, onde, $ED = 0,04409 \times NDT$ (%).

105 Foram calculados a matéria orgânica (MO), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM), pelas
106 fórmulas $MO = 100 - cinza$, $CEL = FDA_{cp} - LIG$ e $HEM = FDN_{cp} - FDA_{cp}$,
107 respectivamente. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados segundo Hall (2000),
108 $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$, e os carboidratos totais (CHOT), segundo Mertens (1997)
109 $CHOT = CNF + FDN_{cp}$.

110 A efetividade da fibra do feno de leucena foi avaliada quanto ao tamanho de partículas.
111 Aproximadamente 500g do feno foram colocadas em um separador de partículas modelo *Penn*
112 *State (Penn State Particle Size Separador, University Park, PA)* e, em seguida, submetidas a oito
113 sequências de cinco movimentos horizontais. A cada sequência de cinco movimentos, as
114 peneiras foram submetidas à rotação de 90° . Ao final das oito sequências, as frações retidas nas
115 peneiras de 19 mm, 8 mm e abaixo de 8 mm (fundo) foram transferidas para bandejas, pesadas e

116 utilizadas para cálculo da percentagem de partículas maiores que 19 mm, com 8-19 mm e
117 menores que 8 mm (Larmers, Buckmaster; Heinrichs, 1996).

118 **2.4 Consumo, digestibilidade e balanços energético e de nitrogênio**

119 Para avaliação da digestibilidade *in vivo*, os ovinos foram mantidos em gaiolas metabólicas
120 equipadas com coletores de fezes e urina, bebedouros e cochos para ração e mistura mineral à
121 vontade. O período experimental teve duração de 16 dias, sendo cinco dias para avaliação do
122 consumo e coleta de sobras, fezes e urina e um dia para coleta de líquido ruminal (LR) e sangue,
123 precedidos de dez dias para adaptação às condições experimentais.

124 As rações foram fornecidas diariamente, às 08:00 e 15:30 horas, com previsão de 15% de
125 sobras. Durante o período de coletas, as sobras foram pesadas antes de cada refeição, obtendo-se
126 alíquotas de 20%, acondicionadas em sacos plásticos e conservadas a -5 a -10°C. A partir da
127 diferença entre a ração fornecida e as sobras, foi calculado o consumo individual de MS e
128 nutrientes, em g/animal/dia, % do peso vivo (PV).

129 As fezes e urina foram coletadas antes do fornecimento das rações, obtendo-se alíquotas de
130 20% do total excretado, acondicionadas em sacos e garrafas plásticas, respectivamente, e
131 conservadas a -5 a -10°C. Os recipientes para coletas de urina continham 10 mL de HCl 1:1 (6,0
132 N) para evitar volatilização de nitrogênio. As fezes, foram pré-secas em estufa com circulação
133 forçada de ar a 60±5°C, por 72 h e, assim como as sobras e rações, foram trituradas em moinho
134 Willey a partículas de 1 mm para análises químicas (Detmann et al., 2012).

135 A digestibilidade da MS e nutrientes foi calculada pela fórmula:

136 $Dig(\%) = [(N_I - N_F) \div N_I] \times 100$, em que: N_I = nutriente ingerido e N_F = nutriente nas fezes.

137 **2.5 pH e N-NH₃ no líquido ruminal e ureia no soro sanguíneo**

138 As coletas de líquido ruminal (LR) e sangue foram realizadas no 16º dia do experimento,
139 antes do fornecimento da primeira refeição, às 8:00 h, representando o tempo 0 (zero) de coleta e
140 as demais coletas realizadas às 2,5 e 5,0 h pós-prandial. As coletas de LR foram realizadas

141 segundo metodologia adotada por Silva et al. (2010), determinando-se imediatamente o pH, em
142 50 mL de LR, utilizando potenciômetro digital. As amostras de LR foram filtradas em quatro
143 camadas de gaze e acondicionadas em garrafas plásticas, contendo 1,0 mL de HCl 1:1 (6,0 N) e
144 armazenadas a -5 a -10 °C para posterior determinação do teor de N amoniacal (Silva et al.,
145 2010).

146 As coletas de sangue foram realizadas por punção da veia jugular, em tubos *vacuotainer*
147 contendo ativador de coágulo, e foram centrifugadas a 3.000 rpm, a 10 °C, por 15 min. O soro
148 obtido foi armazenado em *eppendorf* e conservado a -5 a -10 °C e posteriormente foi
149 determinada a concentração de ureia, por teste enzimático colorimétrico Ureia CE (Labtest,
150 2014).

151 **2.6 Análise estatística**

152 Os dados foram analisados por modelos mistos, em delineamento em blocos completos
153 ao acaso, sendo os tratamentos (dietas) considerados efeito fixo (2 graus de liberdade, GL) e os
154 blocos (animais, 6 GL) e o resíduo efeitos aleatórios, pelo procedimento MIXED do SAS (2002).
155 As médias foram comparadas pela diferença mínima significativa de Fisher (*Fisher's Protected*
156 *Least-Significant Difference-LSD*), pelo procedimento LSMEANS do SAS (2002), ao nível de
157 significância $P \leq 0,05$.

158 O pH e o N-NH₃ no líquido ruminal e a concentração de ureia no soro sanguíneo foram
159 analisados com medidas repetidas no tempo (tempo de coleta), com comparação de várias
160 estruturas de covariância para os resíduos, selecionando-se a estrutura de matriz de covariância
161 *Compound Symetry (CS)* para pH e ureia no soro sanguíneo, segundo o Critério de Informação
162 de Akaike (AIC), selecionada por apresentar AIC de menor valor 46,2 e 321,1, respectivamente,
163 e a estrutura *Heterogeneous Compound Symetry (CSH)*, com AIC de menor valor 303,5. Quando
164 houve efeito do tempo de coleta, aplicou-se o teste de Tukey às médias pelo PROC MIXED do
165 SAS (2002), ao nível de significância $P \leq 0,05$.

166 **3 RESULTADOS**167 **3.1 Consumo e digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio das dietas**

168 A associação de 350 a 550 g/kg de feno de leucena com 450 a 650 g/kg de palma
 169 forrageira em dietas totais contendo 600 g de forragem/kgMS para ovinos em terminação não
 170 influenciou ($P>0,05$) o consumo e a digestibilidade da matéria seca e nutrientes e o balanço de
 171 nitrogênio (Tabelas 3, 4 e 5), exceto a digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) que
 172 diminuiu ($P<0,05$) com o aumento nas proporções de feno de leucena nas dietas (Tabela 4).

Tabela 3. Consumo de matéria seca e nutrientes de dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra efetiva e palma forrageira para ovinos em terminação

Nutriente*	Dietas			Epm	P
	35%FL : 65%PF	45%FL : 55%PF	55%FL : 45%PF		
MS (g/dia)	1.046,43	994,62	1.130,26	61,24	0,6072
MS (%PV)	4,38	4,29	4,79	0,22	0,6321
MS (g/PV ^{0,75})	96,74	93,93	105,42	4,95	0,6216
MO (g/dia)	926,06	885,98	1004,77	0,20	0,6095
PB (g/dia)	150,96	145,19	162,99	8,54	0,6385
EE (g/dia)	26,80	25,59	30,08	1,60	0,4254
FDN _{cp} (g/dia)	250,19	261,10	290,97	15,60	0,5535
FDN _{cp} (%PV)	1,01	1,09	1,23	0,06	0,4025
FDA _{cp} (g/dia)	220,50	238,84	274,68	13,49	0,2994
Hemicelulose (g/dia)	148,45	152,82	176,90	9,29	0,3966
Celulose (g/dia)	96,64	100,50	110,89	4,79	0,4859
CHOT (g/dia)	435,17	424,06	423,15	23,44	0,9754
CNF (g/dia)	490,76	499,93	490,76	22,66	0,9224
PD (g/dia)	94,54	82,91	82,89	4,98	0,5355
EM (Mcal/kgMS)	1,99	1,94	1,91	0,02	0,2522

*FL = feno de leucena; PF = palma forrageira; epm = erro padrão da média; P = probabilidade estatística; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MO = matéria orgânica; FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDA_{cp} = fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína; CHOT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; EB = energia bruta; ED = energia metabolizável.

Tabela 4. Digestibilidade da matéria seca e nutrientes e valor energético de dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra efetiva e palma forrageira para ovinos em terminação

Nutriente*	Dietas			epm	P
	35%FL : 65%PF	45%FL : 55%PF	55%FL : 45%PF		
<i>Digestibilidade in vivo</i>					
Matéria seca (%) ^a	71,38	68,10	68,37	1,03	0,2498
Matéria orgânica (%)	74,02	70,11	70,28	1,03	0,1219
Proteína bruta (%)	62,42	57,31	56,65	1,43	0,1247

Extrato etéreo (%)	69,38	67,54	65,89	1,43	0,5786
FDN _{cp} (%)	58,84 ^a	48,23 ^b	44,87 ^b	1,76	0,0019
FDA _{cp} (%)	51,60	45,80	42,35	2,03	0,1723
Hemicelulose (%)	88,29	87,56	90,30	0,66	0,1684
Celulose (%)	56,75	48,02	48,42	2,46	0,1850
Carboidratos totais (%)	59,92	51,29	49,39	2,00	0,0722
CNF (%)	89,67	88,10	87,69	0,63	0,4517
<i>Valor energético</i>					
EM (Mcal/kgMS)	1,99	1,94	1,91	0,02	0,2522

FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDA_{cp} = fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína; CNF = carboidratos não fibrosos; EM = energia metabolizável.

^aMédias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste Tukey-Kramer (P<0,05).

Tabela 5. Balanço de nitrogênio de dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra efetiva e palma forrageira para ovinos em terminação

Parâmetro	Tratamentos			Epm	P
	35%FL:65%PF	45%FL:55%PF	55%FL:45%PF		
<i>N</i> _{ingerido} (<i>N</i> _i ,g/dia)	24,15	23,23	26,07	1,37	0,6387
<i>N</i> _{fecal} (<i>N</i> _f , g/dia)	8,87	9,82	10,35	0,57	0,4402
<i>N</i> _{urinário} (<i>N</i> _u , g/dia)	2,38	1,91	2,04	0,17	0,5233
<i>N</i> _{excretado}	11,24	11,75	12,40	0,64	0,6810
<i>N</i> _{absorvido} (g/dia)	15,33	13,39	15,72	1,11	0,6382
<i>N</i> _{retido} (g/dia)	13,00	11,46	13,67	1,02	0,6307
Relação <i>N</i> _f / <i>N</i> _i (%)	37,68	42,66	42,14	1,67	0,3548
Relação <i>N</i> _u / <i>N</i> _i (%)	9,87	8,36	7,86	0,58	0,2730
Relação <i>N</i> _f / <i>N</i> _u (g/g)	4,29	5,93	5,89	0,48	0,3122
BN (% <i>N</i> _i)	52,47	48,96	50,00	1,65	0,6113

P = probabilidade estatística; epm = erro padrão da média; BN = balanço de nitrogênio.

173 3.2 pH e N-NH₃ no líquido ruminal e ureia no soro sanguíneo

174 Não houve interação de dieta com tempo de coleta (P>0.05) para pH e nitrogênio
 175 amoniacal (N-NH₃) no líquido ruminal e ureia no soro sanguíneo quando da associação de 350 a
 176 550 g/kg de feno de leucena com 450 a 650 g/kg de palma forrageira em dietas totais contendo
 177 600 g de forragem/kgMS para ovinos em terminação. As médias para pH e concentração de N-

178 NH₃ no líquido ruminal foram 6.95±0.46 e 10.53±4.73 mg N-NH₃/dL, respectivamente (Tabela
179 6).

180 Tabela 6. pH e nitrogênio amoniacal no líquido ruminal e ureia no soro
181 sanguíneo de ovinos em terminação submetidos a dietas contendo feno de leucena
182 como fonte de fibra efetiva e palma forrageira

Parâmetros	Dietas (%)			epm	P _{dieta}	P _{tempo}	P _{dieta X tempo}
	35FL:65PF	45FL:55PF	55FL:45PF				
<i>Líquido ruminal</i>							
pH	6,87	7,21	6,78	0,06	0,0721	<0,0001	0,3526
N-NH ₃ (mg/dL)	11,01	12,31	8,27	0,58	0,1172	0,2724	0,752
<i>Soro sanguíneo</i>							
Ureia (mg/dL)	32,70	30,98	28,33	1,03	0,5913	0,0012	0,4728

183 P = probabilidade estatística; epm = erro padrão da média.

184 O pH do líquido ruminal reduziu (P<0.05) com o tempo de coleta pós-prandial, com menor
185 valor (6.68) 2.5 horas após a ingestão da ração. A concentração de ureia no soro sanguíneo dos
186 ovinos aumentou com o consumo das rações e manteve-se constante até 5 horas pós-prandial
187 (Tabela 7).

188 Tabela 7. pH e nitrogênio amoniacal no líquido ruminal e ureia no soro sanguíneo de ovinos em
189 terminação submetidos a dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra efetiva e
190 palma forrageira, em função do tempo de coleta

Item	Tempo de coleta de LR (h)			Epm	P _{dieta}	P _{tempo}	P _{dieta X tempo}
	0	2,5	5				
<i>Líquido ruminal</i>							
Ph	7,24 ^a	6,68 ^c	6,95 ^b	0,06	0,0721	<0,0001	0,3526
N-NH ₃ (mg/dL)	11,72	10,04	9,83	0,58	0,1172	0,2724	0,752
<i>Soro sanguíneo</i>							
Ureia (mg/dL)	28,64 ^b	31,51 ^a	31,86 ^a	1,03	0,5913	0,0012	0,4728

191 P = probabilidade estatística; epm = erro padrão da média.

192

193 4 DISCUSSÃO

194 4.1 Consumo e digestibilidade das dietas

195 A elevada proporção de palma forrageira no volumoso (feno de leucena:palma forrageira,
196 350:650 g/kgMS de forragem) não acarretou distúrbio digestivo ou alteração no consumo, em

197 relação às dietas com maior proporção de fibra a partir do feno de leucena, o que se justifica pelo
198 atendimento de no mínimo 190 gFDN/kgMS e 170 gFDA/kgMS na dieta de ruminantes, como
199 estabelecido pelo NRC (2001). As dietas contendo feno de leucena:palma forrageira nas
200 proporções 350:650, 450:550 e 550:450 g/kg de foragem continham em média 277.5, 288.8 e
201 300.3 gFDN_{cp}/kgMS, respectivamente, e em média 170 gFDA/kgMS (Tabela 2). Com consumo
202 médio de 250.2±58.0, 261.1±21,5 e 291.0±76,0 gFDN_{cp}/animal/dia (Tabela 3), respectivamente.

203 O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) das dietas foi 465,7 gCNF/kgMS (Tabela 2),
204 superior ao limite crítico 440 gCNF/kgMS, preconizado pelo NRC (2001). Segundo Ferreira
205 (2009), apesar da palma forrageira ser considerada um volumoso, apresenta baixa proporção de
206 carboidratos fibrosos e elevada proporção de carboidratos não estruturais (CNE), que a
207 caracteriza como um alimento energético. Além disso, o principal carboidrato rapidamente
208 fermentável das cactáceas é a pectina, que segundo Van Soest (1994), resulta em acetato como
209 produto final da degradação e reduz o risco de acidose ruminal por lactato.

210 O consumo de matéria seca das dietas foi em média 1.057.01±273.90 gMS/dia, equivalente
211 a 4.5% do PV e 267.40 gFDN/dia (Tabela 3). Apesar da variação nas proporções dos
212 constituintes das dietas, houve pouca variação na composição química, principalmente PB e
213 FDN. Os ovinos de regiões tropicais consomem em média 3 a 5% do PV, dependendo do estágio
214 fisiológico, fatores físicos relacionados às dietas e características ambientais, como variações
215 bruscas na temperatura (Lizieire et al., 1990). Além disso, o consumo pode ser reduzido quando
216 são fornecidas dietas com elevada densidade energética, devido a mecanismos fisiológicos de
217 saciedade, enquanto o consumo de dietas com elevados teores de fibra será limitado pelo
218 enchimento do rúmen (Forbes, 1977).

219 A boa palatabilidade da forragem de palma forrageira associada à proporção de
220 carboidratos não fibrosos e FDN das dietas pode ter contribuído para reduzir possíveis efeitos
221 negativos da elevada proporção de palma forrageira no consumo das dietas totais. Quanto à

222 degradação das dietas, o pH e a concentração de amônia ruminal se mantiveram adequados à
223 atividade microbiana no rúmen e degradação da fibra (Rodrigues et al., 2011).

224 O consumo de matéria orgânica (MO) é determinante do desempenho animal, por sua
225 relação com os constituintes energéticos, e pode ser influenciado pelo teor de fibra em detergente
226 neutro (FDN) da dieta (Silva et al., 2011), verificando-se elevado consumo de MO
227 (938.94±242.11 gMO/dia) (Tabela 3). Assim, o consumo de proteína bruta (PB) e energia
228 metabolizável (EM) foram 152.98±38.19 gPB/dia e 2.06±0.44 McalEM/dia, respectivamente. As
229 exigências de ovinos em maturidade tardia, com 20 kgPV e ganho de peso 200 gPV/dia,
230 estabelecidas pelo NRC (2007) em 1.100 gMS/dia e 106 gPB/dia, foram atendidas pelo consumo
231 evidenciado nesta pesquisa, enquanto o consumo de energia (3.16 McalEM/dia) não atendeu ao
232 preconizado pelo NRC (2007).

233 A partir de recomendações para exigências nutricionais de ovinos sob condições
234 brasileiras, Cabral et al. (2008) preconizam consumo de 840 gMS/dia, 118.3 gPB/dia e 1.38
235 gEM/dia, para ovinos com 20 a 25 kgPV e ganho de peso 200 gPV/dia, inferiores aos obtidos
236 nesta pesquisa (Tabela 3). Assim, podemos sugerir a utilização de dietas contendo feno de
237 leucena com fonte de fibra efetiva e palma forrageira para ovinos em terminação, principalmente
238 em regiões semiáridas, onde há baixa oferta de forragem em longo período do ano.

239 O consumo de FDN, FDA e carboidratos não fibrosos (CNF) foi 267,4±54,50; 244,8±49,5
240 e 493,8±80,9 g/kgMS da dieta, respectivamente (Tabela 3), atende ao estabelecido pelo NRC
241 (2001) quanto ao consumo de carboidratos pelos ruminantes, de no mínimo 250 a 330 de
242 gFDN/kgMS e 170 a 210 gFDA/kgMS e no máximo 360 a 440 gCNF/kgMS da dieta, o que
243 possibilita adequada condição para a fermentação no ambiente ruminal.

244 A proporção de carboidratos fibrosos, proteína e o consumo de MS e nutrientes foram
245 equivalentes entre as dietas, com elevada digestibilidade da MS, em média 692.8 g/kg (Tabela
246 4). A dieta com associação dos volumosos feno de leucena:palma forrageira 350:650 g/kg

247 proporcionou fibra efetiva (FDN_{fe}) suficiente para estimular a mastigação, produção de saliva e
248 manutenção das condições fisiológicas normais do rúmen.

249 O aumento da proporção de feno de leucena na porção volumosa das dietas contribuiu
250 para menor digestibilidade da FDN (Tabela 4), embora sem impacto no consumo de MS. A
251 associação de feno de leucena à palma forrageira promoveu maior efetividade física da FDN da
252 dieta, pois o feno de leucena possui $482.4 \text{ gFDN}_{fe}/\text{kg}$ (Tabela 1). A FDN_{fe} estimula a ruminação
253 e a mastigação, assegurando um ambiente ruminal adequado ao desenvolvimento da população
254 microbiana (Costa et al., 2012).

255 A digestibilidade dos constituintes da parede celular das dietas (FDA, hemicelulose e
256 celulose) foi 465.8 ± 91.2 ; 887.2 ± 29.4 e $510,6 \pm 110.0 \text{ g/kg}$, respectivamente (Tabela 4). Merece
257 destaque a elevada digestibilidade da hemicelulose, constituinte presente em 186.6 g/kgMS do
258 feno de leucena e em 100.0 g/kgMS da palma forrageira (Tabela 1).

259 As dietas apresentaram 465.7 g de carboidratos não fibrosos (CNF)/kgMS (Tabela 2) e a
260 palma forrageira 516.1 gCNF/kgMS . A palma forrageira possui elevada proporção de pectina,
261 um constituinte estrutural vegetal solúvel em detergente neutro e considerado CNF, rapidamente
262 degradável no rúmen (Siqueira et al., 2017). Uma vantagem da adição do feno de leucena
263 evidenciada nesta pesquisa é a manutenção da estabilidade da digestibilidade dos CNF e do valor
264 energético para ovinos de elevada exigência nutricional.

265 O balanço de nitrogênio (BN) das dietas foi positivo, indicando adequada relação
266 energia/proteína e retenção de nitrogênio (Moraes et al., 2008). A utilização de N pelos
267 microrganismos do rúmen está relacionada com a energia disponível, o que influencia a síntese
268 de proteína microbiana e o aumento do aporte de compostos nitrogenados para o intestino
269 delgado, podendo aumentar a absorção e retenção de N pelo animal (Chanjula et al., 2014), o que
270 está de acordo com o obtido para as dietas, com consumo de CNF ($493,8 \pm 80,9 \text{ g/dia}$), próximo
271 ao recomendado pelo NRC (2007) para ovinos em terminação tardia.

272 Houve retenção de cerca de 51,8% do N ingerido a partir das dietas. O *N* ingerido (24.48 ± 6.11
273 g/dia) atendeu às exigências dos ovinos em terminação, segundo o NRC (2007), com adequada
274 excreção de *N* urinário (2.11 ± 0.79 g/dia). Segundo Van Soest (1994), a eficiente retenção de N
275 evita mobilização das reservas corporais e reduz a excreção urinária, sendo importante para
276 diminuição do impacto ambiental (Calsamiglia et al., 2010).

277 **4.2 pH e N-NH₃ no líquido ruminal e ureia no soro sanguíneo**

278 O pH do líquido ruminal foi em média 6.94 ± 0.46 . A proporção de carboidratos fibrosos e
279 não fibrosos proporcionou condições normais de saúde ruminal, com pH acima do mínimo 6.2,
280 considerado adequado para degradação da fibra e acesso dos microrganismos às moléculas
281 proteicas (Van Soest, 1994 e Santos, 2011). Segundo Pessoa et al. (2013), o pH do rúmen de
282 animais submetidos a uma dieta total contendo palma forrageira será adequado quando da
283 associação a alimentos que possibilitem um padrão mais estável de fermentação ruminal.

284 A concentração de N-NH₃ no líquido ruminal foi 10.45 ± 4.73 mgN-NH₃/dL, superior ao
285 limite mínimo 5.00 mg N-NH₃/dL, preconizado por Roffler; Satter (1975) para se evitar
286 limitação ao crescimento microbiano e garantir a fermentação da matéria orgânica no ambiente
287 ruminal. Wanderley et al. (2012), obtiveram 12.5 mgN-NH₃/dL no ambiente ruminal de ovinos
288 submetidos a dietas com elevada proporção de palma forrageira e diferentes fontes de fibra
289 efetiva, valor próximo ao obtido nesta pesquisa.

290 A concentração de ureia no soro sanguíneo não se alterou com o aumento na proporção de
291 leucena (Tabela 5). No entanto, ao longo do tempo nictemeral esta concentração se mostrou
292 variável e no intervalo fisiológico normal para ovinos, de 24 a 50 mg de ureia/dL (Menezes et
293 al., 2006).

294 Quando o N é fornecido sem um adequado suprimento de energia no rúmen, a
295 concentração de N-NH₃ no líquido ruminal aumenta (Van Soest. 1994). Nesta pesquisa, para
296 todas as dietas houve sincronização de energia e nitrogênio para os microrganismos ruminais,

297 devido a palma conter elevado teor de carboidratos solúveis e proporcionar concentração de
298 amônia no rúmen no intervalo normal para ovinos.

299 A concentração de ureia no sangue está diretamente relacionada com a concentração N-
300 NH₃ no rúmen, pois a amônia é absorvida e convertida a ureia no fígado e assim passa à
301 circulação sanguínea, caracterizado nesta pesquisa por redução gradativa na concentração de N-
302 NH₃ no rúmen e aumento na concentração de ureia no sangue. Nesta pesquisa, a concentração de
303 amônia não foi influenciada pelos tempos de coleta, porém logo após a alimentação (2.5 horas)
304 houve aumento na concentração de ureia sanguínea, indicando rápida degradação dos
305 constituintes nitrogenados das dietas (Tabela 1).

306 **5 CONCLUSÕES**

307 A associação de 350 a 550 g/kg de feno de leucena com 450 a 650 g/kg de palma
308 forrageira em dietas totais contendo 600 g de forragem e 400 g de concentrado por kgMS para
309 ovinos de maturidade tardia em terminação propicia atendimento às exigências nutricionais para
310 ganho de peso diário de 200 g, o que caracteriza o feno de leucena como uma importante fonte
311 de fibra efetiva e de nutrientes nestas dietas em regiões semiáridas.

312 **AGRADECIMENTOS**

313 Este trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
314 Superior (CAPES), Brasil, na forma de Bolsa de Estudo.

315 **6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 316 Association of Analytical Communities - AOAC International. (2012). *Official methods of*
317 *analysis of AOAC international*, 19th.ed., Gaithersburg, MD, USA: Association of Analytical
318 Communities, p.2610.
- 319 Cabral, L. S., Neves, E. M. O., Zervoudakis, J. T., Abreu, J. G., Rodrigues, R. C., Souza, & A. L.
320 Oliveira, I.S. (2008). Nutrients requirements estimative for sheep in Brazilian conditions.
321 *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 9, 529-542.
322 <http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/1005/674>
- 323 Calsamiglia, S., Ferret, A., Reynolds, C. K, Kristensen, N. B., & Van Vurren, A. M. (2010).
324 Strategies for optimizing nitrogen use by ruminants. *Animal*, 4, 1184-1196. [https://doi:](https://doi:10.1017/S1751731110000911)
325 10.1017/S1751731110000911

- 326 Cardoso, D. B., Carvalho, F. F. R., Medeiros, G. R., Guim, A., Cabral, A. M. D., Vêras, R. M.
327 L., ... Nascimento, A. G. O. (2019). Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea*
328 *cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 247,
329 23-31. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.016>
- 330 Chanjula, P., Pakdeechanuan P., & Wattanasit, S. (2014). Effects of dietary crude glycerin
331 supplementation on nutrient digestibility, ruminal fermentation, blood metabolites, and
332 nitrogen balance of goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 3, 365-
333 374. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13494>
- 334 Costa, R.G., Trevino, I.H., Medeiros, A.N., Pinto, T.F., Oliveira, R.L. (2012). Effects of
335 replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill) on the performance of Santa Inês
336 lambs. *Small Ruminant Research*, 102, 13-17.
337 <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.012>
- 338 Detmann, E., & Valadares Filho, S. C. (2010). On the estimation of non-fibrous carbohydrates in
339 feeds and diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62, 980-984.
340 <http://dx.doi.org/10.1590/0102-09352010000400030>
- 341 Detmann, E., Souza, M. A., Valadares Filho, S. C., Queiroz, A. C., Berchielli, T. T., Saliba, E.
342 O. S., ... Azevedo, J. A. G. (2012). *Métodos para análise de alimentos*. Visconde do Rio
343 Branco, MG, Brazil: Suprema, p.214.
- 344 Ferreira, M. A. (2009). Strategies for the supplementation of dairy cows in the Brazilian semi-
345 arid. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 322-329. [http://dx.doi.org/10.1590/S1516-](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300032)
346 [35982009001300032](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300032)
- 347 Forbes, J. M. (1977). Development of a model of voluntary food intake and energy balance in
348 lactating cows. *Animal Production*, 24, 104-203.
349 <https://doi.org/10.1017/S0003356100011673>
- 350 Hall, M. B. (2000). *Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain*
351 *non-protein nitrogen*. Gainesville, FL, USA: University of Florida, A25-A32 (Bulletin,
352 339). <http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/16/13/00001/AN08700.pdf>
- 353 Labtest. *Urea CE*. (2014). Belo Horizonte, MG, Brazil: Labtest Diagnóstica S.A.
354 https://labtest.com.br/wp-content/uploads/2016/12/Urea_CE_27_Eng.pdf
- 355 Lammers, B. P., Buckmaster, D. R., & Heinrichs, J. A. (1996). A simple method for the analyses
356 of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, 79, 922-928.
357 [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(96\)76442-1](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(96)76442-1)
- 358 Li, F., Zongjun, L., Shengxiang, L., James, D. F., Cao, Y., Yao, J., ... Yang, T. (2014). Effect of
359 dietary physically effective fiber on ruminal fermentation and the fatty acid profile of milk
360 in dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 97, 2281–2290. [https://doi.org/10.3168/jds.2013-](https://doi.org/10.3168/jds.2013-6895)
361 [6895](https://doi.org/10.3168/jds.2013-6895)
- 362 Licitra, G., Hernandez, T.M., & Van Soest, P.J. (1996). Standardization of procedures for
363 nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology*, 57, 347-358.
364 [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00837-3](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00837-3)
- 365 Lizieire, R. S., Silva, J. F. C., Leão, M. I., Valadares Filho, S. C., & Campos, O. F. (1990).
366 Increasing amounts of protein degraded in the rumen in diets for goats. 1. Effect on intake,
367 apparent digestibility and nitrogen balance. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 19, 552-561.
368 <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19921445568>
- 369 Menezes, D. R., Araújo, G. G. L., Oliveira, R. L., Bagaldo, A. R., Silva, T. M., & Santos, A. P.
370 (2006). Nitrogen balance, serum and urinary urea nitrogen as metabolic monitors of sheep
371 diets containing dried wine grapes residue. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*,
372 7, 169-175. <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/1932/1/769-3012-2-PB.pdf>
- 373 Mertens, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of*
374 *Dairy Science*, 80, p.1463-1481, 1997. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76075-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2)

- 375 Moraes, K. A. K., Valadares Filho, S. C., Moraes, E. H. B. K., Leão, M. I., Valadares, R. F. D.,
 376 Pereira, O. G., Soléro, B. P. (2008). Sugarcane treated with calcium oxide and different
 377 concentrate levels for feedlot beef heifers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 1293-1300.
 378 <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000700022>
- 379 National Research Council. NRC. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th. ed.
 380 Washington, D.C.: National Academic Press, 381p.
- 381 National Research Council. NRC. (2007). *Nutrient requirements of small ruminants: sheep,*
 382 *goats, cervids, and new world camelids*. 7th. ed. Washington, DC, USA: National Academic
 383 Press, 362p.
- 384 Pessoa, R. A. S., Ferreira, M. A., Silva, F. A., Bispo, S. V., Wanderley, W. L., Vasconcelos, P.
 385 C. (2013). Different supplements associated to spineless cactus in diets for sheep: intake,
 386 apparent digestibility and ruminal parameters. *Revista Brasileira de Saúde e Produção*
 387 *Animal*, 14, 508-517. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402013000300012>
- 388 Pinho, R. M. A., Santos, E. M., Oliveira, J. S., Carvalho, G. G. P., Silva, T. P., Macêdo, A. J. S.,
 389 ... Zanine, A.M. (2018). Does the level of forage neutral detergent fiber affect the ruminal
 390 fermentation, digestibility and feeding behavior of goats fed cactus pear? *Animal Science*
 391 *Journal*, 89, 1424-1431.
 392 <https://doi.org/10.1111/asj.13043>
- 393 Possenti, R. A., Franzoli, R., Schammas, E. A., Abreu, J. J. A., Friguetto, R. T. S., & Lima, M.A.
 394 (2008). Effects of leucaena and yeast on rumen fermentation and methane emissions in
 395 cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 1509-1516. [http://dx.doi.org/10.1590/S1516-](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000800025)
 396 [35982008000800025](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000800025)
- 397 Ramos, J. P. F., Santos, E. M., Cruz, G. R. B., Pinho, R. M. A., & Freitas, P. M. D. (2015).
 398 Effects of harvest management and manure levels on cactus pear productivity. *Revista*
 399 *Caatinga*, 28, 135-142. <http://www.redalyc.org/html/2371/237139260016/index.html>
- 400 Resende, K. T. (2011). Metabolismo de energia. In: Berchielli, T. T., Pires, A. V., & Oliveira, S.
 401 G. *Nutrição de ruminantes*. 2. ed. Jaboticabal, SP, Brazil: Funep, cap. 11. p. 323-344.
- 402 Rodrigues, G. H., Susin, I., Pires, A. V., Nussio, L. V., Gentil, R. S., Ferreira, E. M., ... Ribeiro,
 403 M. F. (2011). Performance, carcass characteristics, apparent digestibility of nutrients,
 404 nitrogen metabolism and ruminal measures of lambs fed diets containing wet low pectin
 405 citrus pulp and/or dried citrus pulp. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 2252-2261.
 406 <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011001000027>
- 407 Roffler, R. E., & Satter, L. D. (1975). Relationship between ruminal ammonia and nonprotein
 408 nitrogen utilization by ruminantes. I. Development of a model for predicting nonprotein
 409 nitrogen utilization by cattle. *Journal of Dairy Science*, 58, 1880-1888.
 410 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(75\)84803-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(75)84803-X)
- 411 Santos, F. A. P. (2011). Metabolismo de proteínas. In: Berchielli, T. T., Pires, A. V., & Oliveira,
 412 S. G. *Nutrição de ruminantes*. 2. ed. Jaboticabal, SP, Brazil: Funep, cap. 9. p. 265-292.
- 413 Silva, D. C., Alves, A. A., Oliveira, M. E., Moreira Filho, M. A., Rodrigues, M. M., Vale, G. E.
 414 S., & Nascimento, H. T. S. (2011). Intake and digestibility of diets containing castor bean
 415 meal detoxified to finish of sheep. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 12, 96-
 416 106. <http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/1888/1084>
- 417 Silva, D. C., Alves, A. A., Vasconcelos, V. R., Nascimento, H. T. S., Moreira Filho, M. A., &
 418 Oliveira, M. E. (2010). Nitrogen metabolism in sheep fed diets containing detoxified castor
 419 bean meal. *Acta Scientiarum. Animal Science*, 32, 219-224.
 420 <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i2.8074>
- 421 Siqueira, M. C. B., Ferreira, M. A., Monnerat, J. P. I. S., Silva, J. L., Costa, C. T. F., Conceição,
 422 M. G., ... Melo, T. T. B. (2017). Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle:

- 423 Total and partial digestibility, fiber dynamics and ruminal parameters. *Animal Feed Science*
 424 *and Technology*, 226, 56-64. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.12.006>
- 425 STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS – SAS. (2002). *Statistical Analysis Systems User's*
 426 *Guide: Statistics, Version 8*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA: SAS Institute Inc.
- 427 Tavares, A. M. A., Vêras, C., Batista, A. M. C., Ferreira, M. A., Vieira, E. L., & Silva, R. F. S.
 428 (2005). Increasing hay levels in forage cactus based diets for goats in feedlot: ingestive
 429 behavior. *Acta Scientiarum: Animal Science*, 27, 497-504.
 430 <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v27i4.1152>
- 431 Tegegne, F., Kijora, C., & Peters, K. J. (2007). Study on the optimal level of cactus pear
 432 (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water.
 433 *Small Ruminant Research*, 72, 157–164. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.004>
- 434 Valente, T. N. P., Detmann, E., Valadares Filho, S. C., Queiroz, A. C., Sampaio, C. B., &
 435 Gomes, D. I. (2011). Evaluation of neutral detergent fiber contents in forages, concentrates
 436 and cattle feces ground at different particle sizes and using bags made from diferente
 437 textiles. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 1148-1154, 2011.
 438 <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000300027>
- 439 Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca, NY, USA: Cornell
 440 University Press, 622 p.
- 441 Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral
 442 detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of*
 443 *Dairy Science*, 74, 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
- 444 Vieira, E. L., Batista, A. M. V., Guim, A., Carvalho, F. F., Nascimento, A. C., Araújo, R. F. S.,
 445 & Mustafa, A. F. (2008). Effects of hay inclusion on intake, in vivo nutrient utilization and
 446 ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets.
 447 *Animal Feed Science and Technology*, 141, 199–208.
 448 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.05.031>
- 449 Wanderley, V. L., Ferreira, M. A., Batista, A. M. V., Vêras, A. S. C., Bispo, S. V., Silva, F. M.,
 450 & Santos, V. L. F. (2012). Silages and hays in association with spineless cactus for lactating
 451 cows. Intake, digestibility and performance. *Revista Brasileira de Saúde e Produção animal*,
 452 13, 745-754. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402012000300014>.
- 453
- 454

CAPÍTULO 2

EFEITO DO FENO DE LEUCENA COMO FONTE DE FIBRA EFETIVA NO COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVINOS EM TERMINAÇÃO SUBMETIDOS A DIETAS CONTENDO PALMA FORRAGEIRA

MOREIRA, Antonia Leidiana^{1*}, ALVES, Arnaud Azêvedo¹, ARAÚJO, Daniel Louçana da
Costa¹, MOREIRA FILHO, Miguel Arcanjo³, MOURA, Rosianne Mendes de Andrade da Silva¹,
AZEVEDO, Danielle Maria Machado Ribeiro², SOUSA JÚNIOR, Antônio de¹, RODRIGUES,
Marcônio Martins⁴

¹Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia,
Teresina, PI. Telefone (+55) 3215-5750. *E-mail: leda.vet@hotmail.com

²Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, Brasil

³Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus, PI, Brasil

⁴Universidade Federal do Maranhão, Campus de Bacabal, Centro de Ciências Sociais, Bacabal,
MA, Brasil

Resumo – Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar se o feno de leucena como fonte de fibra efetiva influencia o comportamento ingestivo de ovinos em terminação submetidos a dietas contendo palma forrageira. Foram utilizados 21 ovinos machos, distribuídos em delineamento em blocos ao acaso, com três tratamentos, representados por rações totais contendo 600 g de forragem.kgMS⁻¹, sendo a forragem o feno de leucena e palma forrageira *in natura* nas proporções 350:650, 450:550, 550:450 g.kg⁻¹, respectivamente, e sete repetições (ovinos). O tempo despendido com alimentação, ruminação, ócio, outras atividades e mastigação total, bem como a eficiência de alimentação da MS e FDN e o consumo de água pelos ovinos não foram influenciados (P>0,05) pelas dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra associado à palma forrageira. O número de bolos ruminais e de mastigações merícicas por bolo ruminal

25 reduziu ($P < 0,05$) com o aumento na proporção de feno de leucena e consequentemente de FDN_{fe}
26 nas dietas. A associação de 350 a 550 g de feno de leucena. kg^{-1} com 450 a 650 g de palma
27 forrageira. kg^{-1} em rações totais contendo 600 g de forragem. $kgMS^{-1}$ e 400 g de
28 concentrado. $kgMS^{-1}$ para ovinos de maturidade tardia em terminação resulta em consumo de
29 matéria seca e fibra suficiente para atender as exigências nutricionais e não altera o
30 comportamento ingestivo quanto aos tempos despendidos em alimentação, ruminação e
31 mastigação. Quanto ao consumo de água, as rações contendo forragem de palma forrageira
32 atenderam mais da metade das necessidades diárias de água dos ovinos, sendo uma boa
33 estratégia para regiões com limitação de água.

34 **Palavras-chave:** animais ruminantes, comportamento ingestivo, *Leucaena leucocephala* (Lam.)
35 de Wit., *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck, ruminação, ócio.

36 1 INTRODUÇÃO

37 A palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* cultivar Miúda) é bem adaptada ao clima de
38 regiões semiáridas e fonte estratégica de água e energia para os animais ruminantes (Pinho et al.,
39 2018). Possui baixos teores de matéria seca (142,0 gMS. kg^{-1} de matéria verde), proteína bruta
40 (33,8 gPB. $kgMS^{-1}$) e fibra em detergente neutro (267,0 gFDN. $kgMS^{-1}$) e elevada proporção de
41 carboidratos não fibrosos, 567,0 gCNF. $kgMS^{-1}$ (Cardoso et al., 2019).

42 O fornecimento de palma forrageira como alimento exclusivo a ruminantes pode acarretar
43 acidose, um distúrbio metabólico, que resulta em diarreia e perda de peso (Tegegne; Kijora;
44 Peters, 2007), sendo necessária a correção da FDN efetiva da dieta para manutenção das
45 atividades de mastigação, ruminação, fluxo de saliva e tamponamento do pH ruminal (Li et al.,
46 2014), com resultados positivos na prevenção da depressão do consumo de matéria seca,
47 motilidade ruminal, produção microbiana e digestibilidade da fibra (Vieira et al., 2008).

48 Há várias fontes de fibra efetiva com potencial para utilização em dietas com palma
49 forrageira. As silagens de girassol ou de sorgo e os fenos de leucena, guandu ou capim-elefante,
50 constituem boas alternativas para suprir fibra efetiva em dietas com palma forrageira para ovinos
51 nas regiões semiáridas (Wanderley et al., 2012).

52 Uma alternativa para adicionar FDN efetiva e melhorar a qualidade da fração volumosa da
53 dieta é a associação do feno de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. à palma
54 forrageira. O feno de leucena possui $168,0 \text{ gPB.kgMS}^{-1}$ e $572,0 \text{ gFDN.kgMS}^{-1}$, o que o estimula
55 seu uso na alimentação de ruminantes (Possenti et al., 2008), podendo suprir proteína e fibra ao
56 mesmo tempo.

57 O consumo de MS e a concentração de FDN da dieta para ruminantes influenciam o tempo
58 de mastigação (Carvalho et al., 2005). Assim, o conhecimento do comportamento ingestivo do
59 animal está associado aos efeitos da quantidade e qualidade nutritiva de alimentos quando do
60 consumo voluntário (Albright, 1993), o que possibilita ajustes no manejo alimentar dos animais
61 para melhor desempenho produtivo (Goetsch et al., 2010).

62 Os ruminantes buscam se adaptar às diversas condições de alimentação, manejo e ambiente
63 e modificam os parâmetros de comportamento ingestivo para alcançar e manter o consumo
64 voluntário compatível com suas exigências nutricionais (Rice et al., 2016). Para se avaliar o
65 comportamento ingestivo dos animais são adotadas metodologias de observação nictemeral por
66 um ciclo de 24 horas, com avaliações a cada cinco minutos, associadas a períodos de duas horas
67 de observações contínuas, para variáveis específicas (França et al., 2009). Assim, esta pesquisa
68 foi realizada com o objetivo de avaliar se o feno de leucena como fonte de fibra efetiva
69 influencia o comportamento ingestivo de ovinos em terminação submetidos a dietas contendo
70 palma forrageira.

71

72 2 MATERIAL E MÉTODOS

73 2.1 Local do experimento, protocolo ético e obtenção da palma forrageira e feno de leucena

74 Este experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências
75 Agrárias da Universidade Federal do Piauí (DZO/CCA/UFPI), na cidade de Teresina, estado do
76 Piauí, Brasil, nas coordenadas geográficas: 05°05'21" Sul, 42°48'07" Oeste e altitude 74,4 m. O
77 protocolo ético desta pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA)
78 da UFPI, com o N°. 358/17.

79 A leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) e a palma forrageira (*Nopalea*
80 *cochenillifera* Salm Dick. cv. Miúda) foram cultivados em áreas de produção de forragem do
81 DZO/CCA/UFPI. A cultura da palma forrageira foi implantada em julho de 2014, em
82 espaçamento 1,10m x 0,10m entre linhas e plantas, respectivamente, irrigada no período seco por
83 gotejamento, a cada sete dias, com vazão de 5 litros de água por metro linear. Anualmente foi
84 realizada adubação em cobertura com 200 kg de N.ha⁻¹ e 240 kg de K₂O.ha⁻¹, parcelados em
85 quatro vezes, nas formas de sulfato de amônia e cloreto de potássio, respectivamente.

86 Os cladódios de palma forrageira foram colhidos aos 18 meses da rebrota e fornecidos *in*
87 *natura* aos ovinos. Foi adotado o sistema de colheita parcial, colhendo-se apenas parte da copa
88 da planta a partir das raquetes primárias e secundárias, deixando-se o tronco com algumas
89 raquetes para rebrota.

90 A cultura da leucena foi implantada no ano de 2000, em espaçamento 1,90m x 0,70m entre
91 linhas e plantas, respectivamente. Para fenação, os ramos da leucena foram colhidos com
92 espessura da haste com diâmetro de até 6 mm, aos 50 dias pós-rebrota. A forragem foi triturada
93 em máquina forrageira, fenada ao sol por até 72 horas, e o feno foi armazenado em sacos de ráfia
94 sobre estrados de madeira, em galpão ventilado.

95

96

97 2.2 Animais e dietas

98 Foram utilizados 21 ovinos, machos, não castrados, mestiços da raça Dorper, aos oito
 99 meses de idade e peso vivo $23,4 \pm 3,6$ kg, Os animais foram previamente pesados e vermifugados.
 100 As dietas foram isoprotéicas, formuladas segundo o NRC (2007), para ganho de $200 \text{ gPV} \cdot \text{dia}^{-1}$, a
 101 partir da composição química dos ingredientes (Tabela 1), com relação volumoso:concentrado
 102 60:40. A fração volumosa foi composta por feno de leucena e palma forrageira *in natura* nas
 103 proporções 350:650, 450:550 e 550:450, respectivamente, correspondendo aos três tratamentos
 104 experimentais. A fração concentrada foi composta por grão de milho triturado e farelo de soja
 105 (Tabela 2).

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas

Nutriente*	Ingredientes			
	Feno de leucena	Palma forrageira	Milho grão	Farelo de soja
Matéria seca (MS, % da MN)	89,87	10,67	89,38	90,07
<i>% da MS</i>				
Matéria orgânica	92,31	87,57	99,00	94,07
Proteína bruta	20,45	4,500	9,13	48,53
Extrato etéreo	1,87	1,47	4,42	3,89
FDN _{cp}	49,35	30,00	13,98	14,62
FDA _{cp}	30,69	20,00	3,91	9,86
FDN _{fe}	48,24	0,00	0,00	0,00
Hemicelulose	18,66	10,00	10,07	4,76
Celulose	19,06	15,34	2,01	7,78
Lignina	10,52	4,08	0,82	1,05
CNF	20,64	51,61	71,48	27,03
CT	69,99	81,61	85,46	41,65
Cálcio	1,60	2,30	0,03	0,34
Fósforo	0,20	0,20	0,25	0,58
<i>% do N total</i>				
NIDN	37,59	15,11	11,25	11,84
NIDA	18,70	13,80	9,15	6,95
Energia bruta (cal.g ⁻¹)	5.065,55	3.360,53	4.059,34	4.602,55

*MN = matéria natural; FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDA_{cp} = fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína; FDN_{fe} = fibra em detergente neutro fisicamente efetiva; CNF = carboidratos não fibrosos; CT = carboidratos totais; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

Tabela 2. Composição centesimal e química das dietas

Ingrediente/Nutriente*	Relação feno de leucena:palma forrageira por 1000 gramas de forragem na dieta		
	350:650	450:550	550:450
<i>Composição centesimal</i>			
Feno de leucena	21,02	27,00	33,00
Palma forrageira	39,04	33,00	27,00
Milho em grão moído	27,06	29,41	32,26
Farelo de soja	12,88	10,59	7,74
<i>Composição química</i>			
Matéria seca (MS, em % da MN)	58,84	63,61	68,34
<i>% da MS</i>			
Matéria orgânica	92,50	92,90	93,32
Proteína bruta	14,78	14,83	14,67
Extrato etéreo	2,66	2,70	2,74
FDN _{cp}	27,75	28,88	30,03
FDA _{cp}	16,59	17,08	17,55
FDN _{fe}	10,14	13,02	15,92
Hemicelulose	11,16	11,80	12,47
Celulose	11,54	11,62	11,68
Lignina	4,16	4,54	4,92
CNF	47,31	46,49	45,90
CT	75,06	75,37	75,92
Cálcio	1,29	1,24	1,19
Fósforo	0,26	0,25	0,25
<i>% do N total</i>			
NIDN	18,37	19,70	21,03
NIDA	12,69	13,03	13,39
Energia bruta (cal.kg ⁻¹)	4,068	4,158	4,245

*FL = feno de leucena; PF = palma forrageira; MN = matéria natural; FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; FDA_{cp} = fibra em detergente ácido corrigido para cinza e proteína; FDN_{fe} = fibra em detergente neutro fisicamente efetiva; CNF = carboidratos não fibrosos; CT = carboidratos totais; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

106 2.3 Análises químicas e efetividade da fibra

107 Amostras dos ingredientes e sobras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a
 108 60±5°C, por 72 horas, e trituradas a partículas de 1 mm em moinho de facas tipo *Willey* para
 109 posterior obtenção do teor de MS, e com base na MS, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e
 110 cinza, segundo metodologias da AOAC (2012). A fibra em detergente neutro (FDN_{cp}) e a fibra
 111 em detergente ácido (FDA_{cp}), corrigidos para cinza e proteína, e a lignina foram obtidas pelo

112 método de Van Soest; Robertson; Lewis (1991), com adaptação para o uso de sacos de tecido
 113 (TNT – 100 g.m⁻²) (Valente et al., 2011). Com base no nitrogênio total, obteve-se o N insolúvel
 114 em detergente neutro (NIDN) e o N insolúvel em detergente ácido (NIDA), segundo Licitra;
 115 Hernandez; Van Soest (1996).

116 Foram calculados a matéria orgânica (MO), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM), pelas
 117 fórmulas $MO = 100 - cinza$, $CEL = FDAcp - LIG$ e $HEM = FDNcp - FDAcp$,
 118 respectivamente. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados segundo Hall (2000),
 119 $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$, e os carboidratos totais (CT), segundo Mertens (1997)
 120 $CT = CNF + FDNcp$.

121 A efetividade da fibra do feno de leucena foi avaliada quanto ao tamanho de partículas.
 122 Aproximadamente 500g do feno foram colocadas em um separador de partículas modelo *Penn*
 123 *State (Penn State Particle Size Separador, University Park, PA)* e, em seguida, submetidas a oito
 124 sequências de cinco movimentos horizontais. A cada sequência de cinco movimentos, as
 125 peneiras foram submetidas à rotação de 90°. Ao final das oito sequências, as frações retidas nas
 126 peneiras de 19 mm, 8 mm e abaixo de 8 mm (fundo) foram transferidas para bandejas, pesadas e
 127 utilizadas para cálculo da percentagem de partículas maiores que 19 mm, com 8-19 mm e
 128 menores que 8 mm (Larmers, Buckmaster; Heinrichs, 1996).

129 **2.4 Avaliação do consumo voluntário**

130 O período experimental teve duração de 17 dias, sendo cinco dias para avaliação do
 131 consumo, dois dias para avaliação do comportamento ingestivo, sendo precedidos de dez dias
 132 para as condições experimentais de adaptação.

133 As rações foram fornecidas diariamente, às 08:00 e 15:30 horas, com previsão de 15% de
 134 sobras. Durante o período de coletas, as sobras foram pesadas antes de cada refeição, obtendo-se
 135 alíquotas de 20%, acondicionadas em sacos plásticos e conservadas a -5 a -10°C. A partir da

136 diferença entre a ração fornecida e as sobras, foi calculado o consumo individual de MS e
 137 nutrientes, em g.animal.dia⁻¹ e % do peso vivo (PV).

138 **2.5 Avaliação do comportamento ingestivo**

139 O comportamento ingestivo foi avaliado do 16^o ao 17^o dia do experimento. Foi adotado o
 140 método pontual de varredura instantânea (*Scan sampling*), com observações visuais a cada 5
 141 min, durante 24 h (Johnson e Combs, 1991), com registro dos tempos despendidos em
 142 alimentação, ruminação e ócio. Para obtenção do número de mastigações meréricas por bolo
 143 ruminal (MM_{nb}) e do tempo de mastigações meréricas por bolo ruminal (MM_{tb}), foi utilizado um
 144 cronômetro digital e adotando-se a observação visual de cada animal nos horários das 10 às 12 h,
 145 14 às 16 h e 18 às 20 horas (Bürger et al., 2000).

146 Os dados das observações de comportamento foram registrados em planilhas padronizadas,
 147 por observadores treinados, de forma a evitar incômodo aos animais. Os parâmetros de
 148 comportamento ingestivo foram calculados pelas fórmulas descritas por Bürguer et al. (2000),
 149 Souza et al. (2010) e Azevedo et al. (2013): $EA_{MS} = CMS \div TA$; $EA_{FDN} = CFDN \div TA$;
 150 $ER_{MS} = CMS \div TR$; $ER_{FDN} = CFDN \div TR$; $TMT = TA + TR$; $NBR = TR \div MM_{tb}$;
 151 $MM_{nd} = NBR \times MM_{nb}$; $GB_{MS} = CMS \div NBR$ e $GB_{FDN} = CFDN \div NBR$, sendo: EA_{MS} = eficiência de
 152 alimentação da MS (gMS.h⁻¹); EA_{FDN} = eficiência de alimentação da FDN (gFDN.h⁻¹); ER_{MS} =
 153 eficiência de ruminação da MS (gMS.h⁻¹); ER_{FDN} = eficiência de ruminação da FDN (gFDN.h⁻¹);
 154 TMT = tempo de mastigação total (min.dia⁻¹); NBR = número de bolos ruminais (bolo.dia⁻¹);
 155 MM_{tb} = tempo de mastigações meréricas por bolo ruminal (seg.bolo⁻¹); MM_{nd} = número total de
 156 mastigações meréricas (MM.dia⁻¹); MM_{nb} = número de mastigações meréricas por bolo ruminal
 157 (MM.bolo⁻¹); GB_{MS} = quantidade de MS por bolo ruminado (gMS.bolo⁻¹); e GB_{FDN} = quantidade
 158 de FDN por bolo ruminado (gFDN.bolo⁻¹).

159 **2.6 Obtenção dos índices de conforto térmico**

160 Foram obtidos dados de temperatura e umidade do ambiente em termohigrômetros de
161 bulbos seco e úmido e termômetro de globo negro, situados nas laterais e ao centro do local do
162 experimento, à altura do costado dos animais, com duas leituras diárias durante sete dias, cinco
163 dias para avaliação do consumo voluntário e dois dias para avaliação do comportamento
164 ingestivo, às 09:00 e 15:00 h (Carvalho et al., 2005).

165 Os índices de conforto térmico, índice de temperatura e umidade (ITU), foi obtido pela
166 fórmula $ITU = 0,72 (Tbs + Tbu) + 40,6$, sendo Tbs = temperatura do bulbo seco ($^{\circ}C$) e Tbu =
167 temperatura do bulbo úmido ($^{\circ}C$) (Santos et al., 2014), e o índice de temperatura de globo e
168 umidade (ITGU), pela fórmula $ITGU = Tg + 0,36Tpo + 41,5$, sendo Tg = temperatura do globo
169 negro ($^{\circ}C$), Tpo = temperatura do ponto de orvalho (%) (Torres et al., 2017).

170 **2.7 Quantificação da ingestão de água**

171 A quantidade de água fornecida e as sobras de água foram medidas do 11^o ao 15^o dia do
172 experimento, às 08:30 e 16:00 h, após o fornecimento das rações. A água foi fornecida em baldes
173 plásticos com capacidade para 10 L e a ingestão diária foi calculada pela diferença entre o
174 volume de água fornecido e o volume das sobras de água. Nos mesmos horários do
175 fornecimento, foram distribuídos três baldes com água nas extremidades e ao centro do local do
176 experimento, à mesma altura dos dispostos nas gaiolas, para quantificar as perdas por
177 evaporação.

178 Foram calculados o consumo de água contido no alimento ($kg.dia^{-1}$), a quantidade de água
179 atendida, somatório da ingestão diária de água e consumo de água contido no alimento
180 ($kgMS.dia^{-1}$), o consumo de água por quilograma de matéria seca ingerida ($kgMS.dia^{-1}$) e a
181 quantidade total de água atendida por quilograma de matéria seca ingerida ($kgMS.dia^{-1}$).

182 2.8 Análise estatística

183 Os dados foram analisados em delineamento em blocos completos ao acaso (animais) por modelos
 184 mistos, sendo os tratamentos (dietas) considerados efeito fixo (2 graus de liberdade, GL) e os blocos
 185 (animais, 6 GL) e o resíduo efeitos aleatórios, utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (2002).
 186 Quando significativas, pelo teste de Fisher (*Fisher's Protected Least-Significant Difference-LSD*), as
 187 médias foram comparadas pelo teste de Tukey pelo procedimento LSMEANS do SAS (2002), ao nível de
 188 (significância) $P < 0,05$.

189 3 RESULTADOS

190 3.1 Comportamento ingestivo e consumo voluntário das dietas

191 A associação de 350 a 550 g de feno de leucena.kg⁻¹ com 450 a 650 g de palma
 192 forrageira.kg⁻¹ não influenciou ($P > 0,05$) o comportamento ingestivo nictemeral, quanto às
 193 atividades alimentação, ruminação, ócio e outras atividades, e o consumo de matéria seca (MS) e
 194 fibra (FDN_{cp}) de dietas totais contendo 600 g de forragem.kgMS⁻¹ e 400 g de concentrado.kgMS⁻¹
 195 ¹ para ovinos de maturidade tardia em terminação. No entanto, houve redução ($P < 0,05$) no
 196 número de bolos ruminais e mastigações meréricas por bolo ruminal com o aumento na
 197 proporção de feno de leucena nas dietas (Tabela 3).

198 Tabela 3 - Comportamento ingestivo e consumo de MS e FDN_{cp} por ovinos em terminação
 199 submetidos a dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra associado à
 200 palma forrageira

Parâmetros*	Relação feno de leucena:palma forrageira por 1000 gramas de forragem na dieta			EPM	P
	350:650	450:550	550:450		
	TAL (min.dia ⁻¹)	197,56	226,92		
TRU (min.dia ⁻¹)	304,87	235,61	219,50	15,77	0,0884
TOC (min.dia ⁻¹)	937,56	977,47	978,19	14,47	0,4772
TMT (min.dia ⁻¹)	502,44	462,53	461,81	14,47	0,4762
EAMS (g.h ⁻¹)	327,91	282,16	284,56	19,74	0,6238
ERMS (g.h ⁻¹)	216,21	272,87	335,88	27,07	0,1881
EA _{FDN}	77,75	73,45	73,05	4,49	0,9102
ER _{FDN}	51,29	71,84	86,10	7,05	0,1704

NBR	12,31 ^a	8,31 ^b	6,75 ^b	0,79	0,0168
MM _{nb}	130,20	127,17	138,03	5,44	0,6265
MM _{nd}	1593,87 ^a	1037,74 ^b	927,67 ^b	110,1	0,0451
MM _{tb}	85,11	92,14	102,60	3,77	0,1440
GB _{MS}	94,37	126,46	189,26	17,06	0,0707
GB _{F_{DN}}	22,54	33,34	48,68	4,56	0,0817
CMS (g.dia ⁻¹)	1046,43	994,62	1130,26	61,24	0,6072
CFDN _{cp} (g.dia ⁻¹)	250,19	261,10	290,97	15,60	0,5535

*Tempo de alimentação (TAL), tempo de ruminação (TRU), tempo de ócio (TOC), tempo de mastigação total (TMT), eficiência de alimentação da matéria seca (EAMS), eficiência de ruminação da matéria seca (ERMS), EA_{F_{DN}} = eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro, ER_{MS} = eficiência de ruminação da matéria seca; ER_{F_{DN}} = eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro, NBR = número de bolos ruminais, MM_{nb} = número de mastigações meréricas por bolo ruminal, MM_{nd} = número total de mastigações meréricas, MM_{tb} = tempo de mastigações meréricas por bolo ruminal, GB_{MS} = gramas de matéria seca por bolo ruminado, GB_{F_{DN}} = gramas de fibra em detergente neutro por bolo ruminado, consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína.

201 3.2 Conforto térmico aos ovinos

202 Durante as avaliações de consumo voluntário e comportamento ingestivo, a temperatura
 203 ambiente, a temperatura de globo negro e a umidade relativa do ar no ambiente dos animais
 204 foram, em média, 28,90±0,96 e 33,20±1,44°C; 28,70±2,49 e 32,3±2,41 °C e 85,20±4,60 e
 205 75,00±8,45%, nos turnos da manhã e tarde, respectivamente. Os índices de conforto térmico,
 206 ITU e ITGU, obtidos para os turnos da manhã e tarde, foram, em média, 81,14±1,36 e
 207 85,17±1,26 e 79,60±2,42 e 83,90±2,68, respectivamente.

208 3.3 Ingestão de água

209 A associação de 350 a 550 g de feno de leucena.kg⁻¹ com 450 a 650 g de palma
 210 forrageira.kg⁻¹ em dietas totais contendo 600 g de forragem.kgMS⁻¹ e 400 g de
 211 concentrado.kgMS⁻¹ não influenciou (P>0,05) a ingestão de água pelos ovinos, com ingestão
 212 média de 2020,27±0,24 mL de água.dia⁻¹ no bebedouro e 2279,83±1,06 mL de água.dia⁻¹ a partir
 213 do alimento ingerido, resultando em 4300,23±1,13 mL de água.animal.dia⁻¹. Assim, houve
 214 ingestão média de 2166,93±0,63 mL de água.kgMS ingerida.dia⁻¹, resultando em 4334,47±0,69
 215 mL de água.kg de MS.dia⁻¹ (Tabela 4).

Tabela 4. Ingestão de água (mL.dia⁻¹) por ovinos em terminação submetidos a dietas contendo feno de leucena como fonte de fibra associado à palma forrageira

mL.dia ⁻¹	Relação feno de leucena:palma forrageira por 1000			EPM*	P
	gramas de forragem na dieta				
	350:650	450:550	550:450		
Ingestão de água	2046,5	1978,0	2036,3	0,05	0,8678
IAA	2390,7	2116,2	2333,0	0,24	0,8998
QAA	4437,2	4094,2	4369,3	0,26	0,8679
IAMS	2351,4	2073,5	2075,9	0,13	0,6839
QTAMS	4640,7	4051,3	4311,4	0,15	0,1197

*EPM = erro padrão da média, P = probabilidade estatística, IAA = ingestão de água contida no alimento, QAA = quantidade de água atendida, IAMS = ingestão de água por quilograma de matéria seca consumida, QTAMS = quantidade total de água atendida por quilograma de matéria seca consumida.

216 4 DISCUSSÃO

217 4.1 Comportamento ingestivo dos ovinos e consumo voluntário das dietas

218 As atividades de comportamento ingestivo dos ovinos em terminação foram equivalentes
 219 quando submetidos a dietas totais com associação de 350 a 550 g de feno de leucena.kg⁻¹ como
 220 fonte de fibra efetiva com 450 a 650 g de palma forrageira.kg⁻¹, contendo 600 g de
 221 forragem.kgMS⁻¹ e 400 g de concentrado.kgMS⁻¹ (Tabela 3), o que se justifica pela semelhança
 222 de composição química e ao ajuste da efetividade da fibra pelas proporções de feno de leucena
 223 ajustadas nas dietas (Tabela 2), resultando conseqüentemente em equivalente consumo de MS e
 224 fibra (Tabela 3).

225 O consumo médio de MS foi 1.057,1±273,90 gMS.animal.dia⁻¹ (Tabela 3), equivalente a
 226 4,5% do PV e 267,4 gFDN.animal.dia⁻¹. Apesar da variação na proporção dos ingredientes, as
 227 dietas foram isoproteicas (PB) e isofibrosas (FDN) (Tabela 2). A forragem de palma possui boa
 228 palatabilidade (Costa et al., 2012). Assim, sua inclusão em dietas totais em elevada proporção
 229 tem pouco impacto no consumo. Merece destaque o ajuste, das proporções de carboidratos não
 230 fibrosos e FDN nas dietas para adequada fermentação no rúmen, o que resultou em equivalente
 231 consumo de MS das dietas com associação de 350 a 550 g de feno de leucena.kg⁻¹ como fonte de
 232 fibra efetiva com 450 a 650 g de palma forrageira.kg⁻¹.

233 O consumo de FDN foi equivalente a $253,0 \text{ gFDN.kgMS}^{-1}$, com atendimento às exigências
234 de carboidratos fibrosos para ruminantes que, segundo o NRC (2001), é no mínimo 250 a 330
235 gFDN.kgMS^{-1} da dieta, para manutenção de condição adequada à fermentação no ambiente
236 ruminal.

237 O tempo despendido em alimentação foi $223,50 \pm 58,24 \text{ min.dia}^{-1}$ ($3,72 \pm 0,97 \text{ h.dia}^{-1}$),
238 próximo ao verificado por Ramos et al. (2013) para ovinos confinados alimentados com palma
239 forrageira e as fontes de fibra feno de capim-Tifton, casca de soja ou caroço de algodão ($190,8$
240 min.dia^{-1}). As dietas foram formuladas com 60% de volumoso composto por feno de leucena e
241 palma forrageira. A forragem de palma forrageira apresenta boas características, com elevado
242 teor de CNF (Tabela 1), contribuindo para elevada densidade energética e baixa FDN
243 ($288,90 \pm 11,40 \text{ gFDN.kgMS}^{-1}$).

244 As dietas com feno de leucena como fonte de fibra efetiva e palma forrageira apresentaram
245 teores equivalentes de FDN (Tabela 2). Assim, o tempo despendido em ruminação foi
246 semelhante entre as dietas ($250,75 \pm 70,53 \text{ min.dia}^{-1}$ ou $4,18 \pm 1,17 \text{ h.dia}^{-1}$). A atividade de
247 ruminação dos ovinos demanda aproximadamente 8 h.dia^{-1} , podendo durar 4 a 9 h.dia^{-1} e varia
248 com as características da dieta fornecida (Van Soest, 1994).

249 A composição química dos alimentos, principalmente FDN, e a forma física ou tamanho de
250 partículas da ração influenciam o consumo e podem influenciar diretamente o comportamento
251 ingestivo (Carvalho et al., 2011). O consumo é o parâmetro de maior destaque na avaliação do
252 comportamento de animais ruminantes (Souza et al., 2010). A atividade de ruminação está
253 diretamente relacionada à natureza da dieta e à proporção de parede celular dos alimentos
254 fibrosos, sendo a efetividade da fibra o principal fator que estimula a mastigação (Bispo et al.,
255 2010).

256 A proporção de FDN nas dietas foi semelhante, enquanto o feno de leucena apresentou
257 $482,4 \text{ gFDN}_{\text{fe}}.\text{kgMS}^{-1}$ (Tabela 1), o que favorece a manutenção normal dos parâmetros ruminais

258 dos ovinos submetidos a dietas com 400 g de concentrado.kgMS⁻¹ (Tabela 2) e volumoso rico
259 em CNF (Tabela 1). A FDN é o principal fator que influencia diretamente o funcionamento
260 rúmen, enquanto, o tamanho de partículas determina o tempo de permanência do alimento no
261 rúmen e a produção de saliva (Mertens, 1997). A salivação é importante à manutenção do pH
262 ruminal (Ramos et al., 2013). A proporção de FDN é altamente correlacionada e influencia
263 positivamente o tempo de ruminação (Figueiredo et al., 2013).

264 As dietas totais com 60% de forragem composta por 350 a 550 g de feno de leucena.kg⁻¹
265 como fonte de fibra efetiva e 450 a 650 g de palma forrageira.kg⁻¹ não influenciaram os tempos
266 despendidos em ócio e mastigação total, em média 965,75±64,71 e 474,25± 64,71 (16,09±1,08 e
267 7,90±1,07 h.dia⁻¹), respectivamente. A não influência das dietas nos tempos de alimentação,
268 ruminação, ócio e mastigação total pode ser explicada pela relação volumoso:concentrado 60:40,
269 sendo parte do volumoso constituída por palma forrageira, que possui características de alimento
270 energético, com elevado teor de CNF, além da equivalência no teor de FDN das dietas (Tabela
271 2). Quanto maior a proporção de concentrado e menor o teor de FDN na dieta, menos tempo será
272 despendido em ruminação e maior o tempo em ócio (Burger et al., 2000).

273 A eficiência de ruminação, em kgMS.h⁻¹ e kgFDN.h⁻¹, não foi influenciada pelas dietas.
274 Dietas com elevada proporção de concentrado apresentam redução da FDN e maior eficiência de
275 degradação da fibra pelo animal por unidade de tempo (Burguer et al., 2000), o que pode ocorrer
276 em dietas à base de palma forrageira (Bispo et al., 2010). Este fato não foi evidenciado nesta
277 pesquisa, mesmo com diferentes proporções de feno de leucena e palma forrageira no volumoso,
278 devido à semelhança das dietas, principalmente em relação aos teores de FDN (Tabela 2).

279 O aumento na proporção de feno de leucena nas dietas resultou em redução nos números
280 de bolos ruminais e mastigações meréricas por bolo ruminal, provavelmente devido à associação
281 dos constituintes da dieta com a forragem de palma forrageira, rica em mucilagem, resultar em
282 um bolo alimentar com melhor estrutura física, com maior permanência na cavidade oral e com

283 maior fluxo para regurgitação. A influência da palma forrageira na agregação de partículas
284 alimentares é conhecida, inclusive chegando ao extremo de formação de fitobezoários em dietas
285 com escassez de alimentos fibrosos e de baixa qualidade (Afonso et al., 2008).

286 **4.2 Conforto térmico aos ovinos**

287 Durante as avaliações de consumo voluntário e comportamento ingestivo, a temperatura
288 ambiente, a temperatura de globo negro e a umidade relativa do ar no ambiente dos animais
289 foram, em média, $28,90 \pm 0,96$ e $33,20 \pm 1,44$ °C; $28,70 \pm 2,49$ e $32,3 \pm 2,41$ °C e $85,20 \pm 4,60$ e
290 $75,00 \pm 8,45\%$, nos turnos da manhã e tarde, respectivamente. Os índices de conforto térmico,
291 ITU e ITGU, obtidos para os turnos da manhã e tarde, foram, em média, $81,14 \pm 1,36$ e
292 $85,17 \pm 1,26$ e $79,60 \pm 2,42$ e $83,90 \pm 2,68$, respectivamente.

293 A temperatura ambiente, a temperatura de globo negro e a umidade relativa do ar no
294 ambiente dos animais, em média, $28,90 \pm 0,96$ e $33,20 \pm 1,44$ °C; $28,70 \pm 2,49$ e $32,3 \pm 2,41$ °C e
295 $85,20 \pm 4,60$ e $75,00 \pm 8,45\%$, nos turnos da manhã e tarde, respectivamente. No turno da tarde e à
296 sombra, as condições de temperatura e umidade superaram a preconizada para a zona de conforto
297 ideal para ovinos, segundo Baêta e Souza (2010), entre 20 a 30 °C e 50 a 70%. Os ovinos são
298 animais homeotérmicos, os quais mantêm a temperatura interna do corpo constante, devido
299 ajuste do ganho de calor do metabolismo ao ganho ou perda de calor para o ambiente por
300 mecanismos termorregulatórios que envolvem o comportamento animal (NRC, 2007).

301 Os índices de conforto térmico foram obtidos para os turnos da manhã e tarde, com os
302 valores de ITU $81,14 \pm 1,36$ e $85,17 \pm 1,26$ e ITGU $79,60 \pm 2,42$ e $83,90 \pm 2,68$, respectivamente. O
303 ITU acima de 82 caracteriza estresse por calor em ovinos (Marai et al., 2007). Assim, os animais
304 estavam sofrendo estresse por calor, no turno da tarde. No entanto, animais mestiços apresentam
305 maior adaptabilidade às condições de temperatura elevada, e conseguem manter seus hábitos
306 comportamentais, devido adaptação fisiológica a essas condições.

307 O ITGU se mostrou elevado no turno da tarde, mas não se evidenciou situação de
308 desconforto térmico aos animais. Um animal em ambiente com ITGU acima de 85 se encontra
309 em situação de emergência quanto à exposição ao estresse por calor, o que indica que
310 providências como sombreamento ou resfriamento do ambiente devem ser tomadas para evitar
311 problemas aos animais (Buffington et al., 1981).

312 Animais sob estresse térmico por calor acionam mecanismos termorreguladores, que levam
313 à redução no consumo de MS, com influência negativa na ruminação e aumento no tempo em
314 ócio e em outras atividades, principalmente ingestão de água, o que, conseqüentemente, pode
315 influenciar a produção (Souza et al., 2010), alterações comportamentais não evidenciadas nesta
316 pesquisa, podendo também ter sido compensada pela maior ingestão de água em todas as dietas
317 em relação ao NRC (2007).

318 **4.3 Ingestão de água**

319 A ingestão de água no bebedouro ($2020,27,0 \pm 0,24$ mL.dia⁻¹), água contida no alimento
320 ingerido ($2279,83 \pm 0,18$ mL.dia⁻¹), quantidade de água atendida ($4300,23 \pm 1,13$ mL.dia⁻¹),
321 ingestão de água por kg de MS ingerida ($2166,93 \pm 0,63$ mL.dia⁻¹) e quantidade total de água
322 atendida por kg de MS atendida ($4334,47 \pm 0,69$ mL.dia⁻¹) (Tabela 4), foram equivalentes entre as
323 dietas o que é explicado por estas apresentarem, em sua constituição, elevada quantidade de água
324 e pelo igual consumo de MS. Segundo Neiva et al. (2004), o consumo de MS influencia
325 diretamente o consumo de água.

326 A variação na proporção de palma não foi suficiente para influenciar a ingestão de água
327 pelos animais, mas houve menor ingestão de água dos bebedouros em relação à água contida no
328 alimento, sendo 53,02% da água atendida aos ovinos proveniente das dietas contendo palma
329 forrageira e 46,98% da ingestão direta no bebedouro. Assim, o principal fornecimento de água
330 aos animais ocorreu por via indireta, a partir da dieta, devido a palma conter grande quantidade
331 de água e proporcionar economia de água em regiões tropicais (Pinho et al., 2018).

332 A associação da palma forrageira *in natura* e do farelo de palma (*Nopalea cochenillifera*
333 Salm Dyck) ao feno de capim-Tifton (*Cynodon dactylon*) em dietas para ovinos resultou em
334 menor ingestão direta de água com a dieta contendo palma forrageira *in natura*, devido ao
335 elevado teor de umidade desta forragem, sendo considerada uma excelente estratégia alimentar
336 onde houver limitação de água (Pereira Neto et al., 2016).

337 A utilização de palma na dieta, em geral, melhora o aproveitamento da ração e proporciona
338 economia de água. A substituição do milho por palma forrageira em dietas para ovinos Santa
339 Inês resultou em menor ingestão de água nos bebedouros, devido a palma forrageira conter 90%
340 de umidade nos cladódios. A palma forrageira apresenta grande importância como fonte de água
341 (França et al., 2009).

342 A ingestão de água verificada nesta pesquisa, $2020,27 \pm 0,24$ mL.dia⁻¹ (Tabela 4) mostrou-
343 se superior à recomendada pelo NRC (2007) para ovinos, estabelecida em no mínimo 800 mL de
344 água.dia⁻¹. A ingestão de água depende do tipo de alimento fornecido e das condições
345 ambientais. Quanto maior o teor de MS do alimento e mais elevada a temperatura ambiente,
346 principalmente durante o turno da tarde, maior a ingestão de água (Souza et al., 2010).

347 **5 CONCLUSÃO**

348 A associação de 350 a 550 g de feno de leucena.kg⁻¹ com 450 a 650 g de palma
349 forrageira.kg⁻¹ em rações totais contendo 600 g de forragem.kgMS⁻¹ e 400 g de
350 concentrado.kgMS⁻¹ para ovinos de maturidade tardia em terminação resulta em consumo de
351 matéria seca e fibra suficiente para atender as exigências nutricionais e não altera o
352 comportamento ingestivo quanto aos tempos despendidos em alimentação, ruminação e
353 mastigação. As rações contendo forragem de palma forrageira *in natura* atendem mais da metade
354 das necessidades diárias de água dos ovinos, consistindo em boa estratégia em regiões
355 semiáridas, onde há déficit hídrico.

356 **6 REFERÊNCIAS**

- 357 Afonso, J.A.B., Pereira, A.L.L., Vieira, A.C.S., Mendonça, C.L., Costa, N.A., Souza, M.I.
358 (2008). Alterações clínicas e laboratoriais na obstrução gastrointestinal por fitobezoários em
359 bovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 9, 91-102.
- 360 Albright, J.L. (1993). Nutrition and feeding calves: Feeding behavior of dairy cattle. *Journal of*
361 *Dairy Science*, 76, 485-498.
- 362 Association of Analytical Communities – AOAC International. (2012). *Official methods of*
363 *analysis of AOAC international*, 19th.ed., Gaithersburg, MD, USA: Association of Analytical
364 Communities, p.2610.
- 365 Azevedo, R.A., Rufino, L.M.A., Santos, A.C.R., Ribeiro Júnior, C.S., Rodriguez, N.M.,
366 Geraseev, L.C. (2013). Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com torta de
367 macaúba. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e zootecnia*, 65, 490-496.
- 368 Baêta, F.C., Souza, C.F. (2010). *Ambiência em Edificações Rurais: Conforto animal*. 2.ed.
369 Viçosa: UFV, 269p.
- 370 Bispo, S.V., Ferreira, M.A., Vêras, A.S.C., Modesto, E.C., Guimarães, A.V., Pessoa, R.A.S.
371 (2010). Comportamento ingestivo de vacas em lactação e de ovinos alimentados com dietas
372 contendo palma forrageira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 2024-2031.
- 373 Buffington, D.E., Collazo-Arocho, A., Canton, G.H., Pitt, D., Thatcher, W.W., Collier, R.J.
374 (1981). Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions*
375 *of ASAE*, 24, 711-714.
- 376 Burger, P.J., Pereira, J.C., Queiroz, A.C., Silva, J.F.C., Valadares Filho, S.C., Cecon, P.R.,
377 Casali, A.D.P. (2000). Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com
378 dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29, 236-
379 242.
- 380 Cardoso, D.B., Carvalho, F.F.R., Medeiros, G.R., Guim, A., Cabral, A.M.D., Vêras, R.M.L.,
381 Santos, K.C., Dantas, L.C.N., Nascimento, A.G.O. (2019). Levels of inclusion of spineless
382 cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of lambs. *Animal Feed Science and*
383 *Technology*, 247, 23-31. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.016>
- 384 Carvalho, C.C., Ferreira, M.A., Cavalcanti, C.V.A., Vêras, A.S.C., Silva, F.M., Azevedo, M.
385 (2005). Substituição do feno de capim Tifton (*Cynodon* spp cv 85) por palma forrageira
386 (*Opuntia ficus-indica* Mill) e comportamento ingestivo de vacas da raça holandesa. *Acta*
387 *Scientiarum. Animal Sciences*, 27, 505-512.
- 388 Carvalho, G.G.P.C., Garcia, R., Pires, A.J.V., Detmann, E., Ribeiro, L.S.O., Chagas, D.M.T.,
389 Silva, R.R., Pinho, B.D. (2011). Comportamento ingestivo em caprinos alimentados com
390 dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. *Revista Brasileira de Zootecnia*,
391 40, 1767-1773.
- 392 Costa, R.G., Trevino, I.H., Medeiros, A.N., Pinto, T.F., Oliveira, R.L. (2012). Effects of
393 replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill) on the performance of Santa Inês
394 lambs. *Small Ruminant Research*, 102, 13-17.
- 395 Figueiredo, M.R.P., Saliba, E.O.S., Rebouças, G.M.N., Silva, F.A., Sá, H.C.M. (2013).
396 Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibra. *Arquivo*
397 *Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65, 485-489.
- 398 França, S.R.L., Gonzaga Neto, S., Pimenta Filho, E.C., Medeiros, A.N., Torreão, J.N.C., Mariz,
399 T.M.A., Costa, R.G. (2009). Comportamento ingestivo de ovelhas Morada Nova no terço
400 final da gestação com níveis de energia metabolizável na dieta. *Revista Brasileira de Saúde e*
401 *Produção Animal*, 10, 73-84.
- 402 Goetsch, A.L., Gipson, T.A., Askar, A.R., Puchala, R. (2010). Feeding behavior of goats: invited
403 review. *Journal of Animal Science*, 88, 361-373.

- 404 Hall, M.B. (2000). *Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-*
 405 *protein nitrogen*. Gainesville: University of Florida, A25-A32 (Bulletin, 339).
- 406 Johnson, T.R., Combs, D.K. (1991). Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary
 407 polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 74,
 408 933-944.
- 409 Li, F., Zongjun, L., Shengxiang, L., James, D.F., Cao, Y., Yao, J., ... Yang, T. (2014). Effect of
 410 dietary physically effective fiber on ruminal fermentation and the fatty acid profile of milk in
 411 dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 97, 2281–2290. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6895>
- 412 Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J. (1996). Standardization of procedures for nitrog
 413 fractionation of ruminant feeds. *Journal of Animal Science and Technology*, 57, 347-358.
- 414 Marai, I.F.M., El-Darawany, A.A., Fadiel, A., Abdel-Hafez, M.A.M. (2007). Physiological traits
 415 as affected by heat stress in sheep: a review. *Small Ruminant Research*, 71, 1-12.
- 416 Mertens, D.R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows.
 417 *Journal of Dairy Science*, 80, 1463-1481.
- 418 National Research Council (NRC). (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th.ed.,
 419 National Academic Press, Washington, D.C.
- 420 National Research Council (NRC). (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep,*
 421 *goats, cervids, and new world camelids*. 7th. ed., National Academic Press, Washington, D.C.
- 422 Neiva, J.N.M., Teixeira, M., Turco, S.H.N., Oliveira, S.M.P., Moura, A.A.A.N. (2004). Efeito do
 423 estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês
 424 mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de*
 425 *Zootecnia*, 33, 668 -678.
- 426 Pereira Neto, J., Soares, P. C., Batista, A.M.V., Andrade, S.F.J., Andrade, R.P.X., Lucena, R.B.,
 427 Guim, A. Balanço hídrico e excreção renal de metabólitos em ovinos alimentados com palma
 428 forrageira (*Nopalea Cochenillifera* Salm Dyck). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 33, 322-
 429 328, 2016.
- 430 Pinho, R.M.A., Santos, E.M., Oliveira, J.S., Carvalho, G.G.P., Silva, T.C., Macêdo, A.J.S.,
 431 Corrêa, Y.R., Zanine, A.M. (2018). Does the level of forage neutral detergent fiber affect the
 432 ruminal fermentation, digestibility and feeding behavior of goats fed cactus pear? *Animal*
 433 *Science Journal*, 89, 1424-1431.
 434 <https://doi.org/10.1111/asj.13043>
- 435 Possenti, R.A., Franzoli, R., Schammas, E.A., Abreu, J.J.A., Friguetto, R.T.S., Lima, M.A.
 436 (2008). Effects of leucaena and yeast on rumen fermentation and methane emissions in cattle.
 437 *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 1509-1516. [http://dx.doi.org/10.1590/S1516-](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000800025)
 438 [35982008000800025](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000800025)
- 439 Ramos, A.O., Ferreira, M.A., Vêras, A.S.C., Costa, S.B.M., Conceição, M.G., Silva, E.C., Salla,
 440 L.E., Souza, A.R.D.L. (2013). Diferentes fontes de fibra em dietas a base de palma forrageira
 441 na alimentação de ovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14, 648-659.
- 442 Rice, E.M., Jongman, E.C., Butler, K.L., Hemsworth, P.H. (2016). Relationships between
 443 temperament, feeding behaviour, social interactions, and stress in lambs adapting to a feedlot
 444 environment. *Applied Animal Behaviour Science*, 183, 42-50.
- 445 Santos, F.S.M., Pires, J.E.P., Pereira, A.M., Azevêdo, D.M.M.R., Rocha, R.R.C., Cardoso, F.S.,
 446 Araujo, A.M., Muratori, M.C.S., Costa, A.P.R. (2014). Adaptabilidade de caprinos Sannen e
 447 Marota mantidos em clima tropical semiúmido. *Revista Brasileira de Saúde e Produção*
 448 *Animal*, 15, 928-936.
- 449 Souza, E.J.O., Guim, A., Batista, A.M.V., Albuquerque, D.B., Monteiro, C.C.F., Zumba, E.R.F.,
 450 Torres, T.T. (2010). Comportamento ingestivo e ingestão de água em caprinos e ovinos
 451 alimentados com feno e silagem de Maniçoba. *Revista Brasileira de Saúde e Produção*
 452 *animal*, 11, 1056-1067.

- 453 Statistical Analysis Systems (SAS) (2002). *Statistical Analysis Systems User's Guide: Statistics,*
454 *Version 8.* SAS Institute Inc., SAS Institute Inc., Cary, NC.
- 455 Tegegne, F., Kijora, C., Peters, K. J. (2007). Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia*
456 *ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. *Small*
457 *Ruminant Research*, 72, 157–164. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.004>
- 458 Torres, T.S., Silva, L.O., Borges, L.S., Sena, L.S., Moreira, A.L., Machado, L.P.M., Cardoso,
459 J.P.B., Sousa Júnior, A. (2017). Behavioral and thermoregulatory characteristics of Dorper
460 sheep. *Journal of Animal Behaviour Biometeorology*, 5, 85-90.
- 461 Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant* (Cornell University Press: Ithaca).
- 462 Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. (1991). Carbohydrate methodology, metabolism,
463 and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- 464 Vieira, E.L., Batista, A.M.V., Guim, A., Carvalho, F.F.R., Nascimento, A.C., Araújo, R.F.S.,
465 Mustafa, A.F. (2008). Effects of hay inclusion on intake, *in vivo* nutrient utilization and
466 ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets.
467 *Animal Feed Science and Technology*, 141, 199–208.
468 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.05.031>
- 469 Wanderley, V.L., Ferreira, M.A., Batista, A.M.V., Vêras, A.S.C., Bispo, S.V., Silva, F.M.,
470 Santos, V.L.F. (2012). Silages and hays in association with spineless cactus for lactating
471 cows. Intake, digestibility and performance. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*,
472 13, 745-754. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402012000300014>.
- 473
474
475

4 CONSIDERAÇÕES GERAIS

- A associação de 35 a 55% de feno de leucena com 45 a 65% de palma forrageira em dietas totais para terminação de ovinos de maturidade tardia propicia atendimento às exigências nutricionais para ganho de peso.
- Quanto ao consumo de água, as dietas contendo forragem de palma forrageira atenderam mais da metade das necessidades diárias dos ovinos, sendo uma boa estratégia para regiões com limitação de água.
- Nos próximos trabalhos avaliar outras variedades de palma forrageira em associação com leucena ou outra leguminosa.
- Realizar ensaios de desempenho animal para melhor avaliação dos alimentos.
- Utilizar outras espécies animais nos próximos trabalhos.

5 ANEXO

Normas para publicação no periódico *Animal Science Journal*

Author Guidelines

LATEST INFORMATION

- Online only publication and no color charge
- Accepting supporting information
- OnlineOpen is available
- Please read Guidelines for Article Submission
- Please check “Page charges” for new policy

AIMS AND SCOPE

Animal Science Journal (a continuation of *Animal Science and Technology*) is the official journal of the Japanese Society of Animal Science (JSAS) and publishes Original Research Articles (full papers and rapid communications) in English in all fields of animal and poultry science: genetics and breeding, genetic engineering, reproduction, embryo manipulation, nutrition, feeds and feeding, physiology, anatomy, environment and behavior, animal products (milk, meat, eggs and their by-products) and their processing, and livestock economics. *Animal Science Journal* will invite Review Articles in consultations with Editors. Submission to the Journal is open to those who are interested in animal science.

EDITORIAL REVIEW AND ACCEPTANCE

The acceptance criteria for all papers are the quality and originality of the research and its significance to our readership. Except where otherwise stated, manuscripts are peer reviewed by two anonymous reviewers and the Editor. Final acceptance or rejection rests with the Editorial Board, who reserves the right to refuse any material for publication.

Manuscripts should be written so that they are intelligible to the professional reader who is not a specialist in the particular field. They should be written in a clear, concise, direct style. Where contributions are judged as acceptable for publication on the basis of scientific content, the Editor and the Publisher reserve the right to modify typescripts to eliminate ambiguity and repetition and improve communication between author and reader. If extensive alterations are required, the manuscript will be returned to the author for revision.

Before review, all manuscripts submitted to *Animal Science Journal* is checked with the iThenticate software to detect instances of overlapping and similar text. To find out more about iThenticate and CrossCheck visit <http://www.crossref.org/crosscheck.html>.

SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

Manuscripts should be submitted online at <https://mc.manuscriptcentral.com/asj>. Authors must supply an email address as all correspondence will be by email. Two files should be supplied: the covering letter and the manuscript (in Word or rich text format (.rtf)). The covering letter should be uploaded as a file not for review.

All articles submitted to the Journal must comply with these instructions. Failure to do so will result in return of the manuscript and possible delay in publication.

- Submissions should be double-spaced.
- All margins should be at least 30 mm.
- All pages should be numbered consecutively in the top righthand corner, beginning with the title page.
- Line numbers should be added on every page in the lefthand margin.
- Do not use Enter at the end of lines within a paragraph.
- Turn the hyphenation option off; include only those hyphens that are essential to the meaning.
- Specify any special characters used to represent non-keyboard characters.
- Take care not to use l (ell) for 1 (one), O (capital o) for 0 (zero) or ß (German esszett) for β (Greek beta).
- Use a tab, not spaces, to separate data points in tables. If you use a table editor function, ensure that each data point is contained within a unique cell (i.e. do not use carriage returns within cells).

Each figure should be supplied as a separate file, with the figure number incorporated in the file name. For submission, low resolution figures saved as .jpg or .bmp files should be uploaded, for ease of transmission during the review process. Upon acceptance of the article, high-resolution figures (at least 300 d.p.i.) saved as .eps or .tif files should be uploaded. Digital images supplied only as low-resolution files cannot be used.

Further instructions are available at the submission site.

ORCID

As part of our commitment to supporting authors at every step of the publishing process, the journal requires the submitting author (only) to provide an ORCID iD when submitting a manuscript. This takes around 2 minutes to complete. For more information.

Covering Letter

Papers are accepted for publication in the Journal on the understanding that the content has not been published or submitted for publication elsewhere. This must be stated in the covering letter.

- The covering letter must also contain an acknowledgment that all authors have contributed significantly, and that all authors are in agreement with the content of the manuscript.
- Authors must declare any financial support or relationships that may pose conflict of interest
- If tables or figures have been reproduced from another source, a letter from the copyright holder (usually the Publisher), stating authorization to reproduce the material, must be attached to the covering letter.

Pre-acceptance English-language editing

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscript professionally edited before submission to improve the English. Visit the Publisher's site to learn about the options. All services are paid for and arranged by the author. Please note using the Wiley English Language Editing Service does not guarantee that your paper will be accepted by this journal.

Author Material Archive Policy

Authors who require the return of any submitted material that is accepted for publication should inform the Editorial Office after acceptance. If no indication is given that author material should be returned, Wiley will dispose of all hardcopy and electronic material two months after publication.

Rapid Communications

Rapid Communication manuscripts must be accompanied by a letter stating the reason for rapid publication. Rapid Communications should not exceed two typeset pages (including tables, illustrations and references). A special procedure cost will be charged to authors. Please refer to the Page charge table.

Ethical Considerations

Authors must state that the protocol for the research project has been approved by a suitably constituted Ethics Committee of the institution within which the work was undertaken and that it conforms to the provisions of the Declaration of Helsinki, available at WMA Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *Animal Science Journal* retains the right to reject any manuscript on the basis of unethical conduct of either human or animal studies.

Any experiments involving animals must be demonstrated to be ethically acceptable and where relevant conform to national guidelines for animal usage in research.

Data Sharing and Data Accessibility

The journal encourages authors to share the data and other artefacts supporting the results in the paper by archiving it in an appropriate public repository. Authors should include a data accessibility statement, including a link to the repository they have used, in order that this statement can be published alongside their paper.

COPYRIGHT, LICENSING and ONLINE OPEN

Accepted papers will be passed to Wiley's production team for publication. The author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Wiley's Author Services, where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be asked to complete an electronic license agreement on behalf of all authors on the paper.

FAQs about the terms and conditions of the standard copyright transfer agreements (CTA) in place for the journal, including terms regarding archiving of the accepted version of the paper, are available at: CTA Terms and Conditions FAQs

Online Open – ‘Gold road’ Open Access. Online Open is available to authors of articles who wish to make their article freely available to all on Wiley Online Library under a Creative Commons licence. In addition, authors of Online Open articles are permitted to post the final, published PDF of their article on a website, institutional repository or other free public server, immediately on publication. With Online Open the author, the author's funding agency, or the

author's institution pays a fee to ensure that the article is made open access, known as 'gold road' open access.

Online Open licenses. Authors choosing Online Open retain copyright in their article and have a choice of publishing under the following Creative Commons License terms: Creative Commons Attribution License (CC BY); Creative Commons Attribution Non-Commercial License (CC BY NC); Creative Commons Attribution Non-Commercial-No Derivs License (CC BY NC ND)

For more information about the Online Open license terms and conditions click [here](#)

STYLE OF THE MANUSCRIPT

Spelling. The journal uses US spelling and authors should therefore follow the latest edition of *Merriam-Webster's Collegiate Dictionary*.

Units. All measurements must be given in SI units.

Abbreviations. Abbreviations should be used sparingly - only where they ease the reader's task by reducing repetition of long, technical terms. Initially use the word in full, followed by the abbreviation in parentheses. Thereafter use the abbreviation only.

Trade names. At the first mention of a chemical substance, give the generic name only. Trade names should not be used. Drugs should be referred to by their generic names, rather than brand names. If proprietary drugs have been used in the study, refer to these by their generic name, mentioning the proprietary name, and the name and location of the manufacturer, in parentheses.

Scientific names. Upon its first use in the title, abstract and text, the common name of a species should be followed by the scientific name (Genus, species and authority) in parentheses. However, for well-known species, the scientific name may be omitted from the article title. If no common name exists in English, the scientific name should be used only.

Sample of Style of the Manuscript in Japanese is available at http://www.jsas-org.jp/rules/rule_a.html

PARTS OF THE MANUSCRIPT

Manuscripts should be presented in the following order: (i) title page, (ii) abstract and key words, (iii) text, (iv) acknowledgments, (v) references, (vi) appendices, (vii) figure legends, (viii) tables (each table complete with title and footnotes) and (ix) figures. Footnotes to the text are not allowed and any such material should be incorporated into the text as parenthetical matter.

Title page. The title page should contain (i) the title of the paper, (ii) the full names of the authors and (iii) the addresses of the institutions at which the work was carried out together with (iv) the full postal and email address of the author to whom correspondence about the manuscript should be sent. The present address of any author, if different from that where the work was carried out, should be supplied in a footnote. The title should be short, informative and contain the major key words. Do not use abbreviations in the title.

Abstract and Key words. All articles must have a structured abstract that states in 200 words or fewer the purpose, basic procedures, main findings and principal conclusions of the study. Five or fewer key words (for the purposes of indexing) should be supplied below the abstract.

Text. Authors should use the following subheadings to divide the sections of their manuscript: Introduction, Materials, Methods, Results and Discussion.

Acknowledgments. The source of financial grants and other funding must be acknowledged, including a frank declaration of the authors' industrial links and affiliations. The contribution of colleagues or institutions should also be acknowledged. Personal thanks and thanks to anonymous reviewers are not appropriate.

References. References should be prepared according to Wiley's APA Style. This means in text citations should follow the author-date method whereby the author's last name and the year of publication for the source should appear in the text, for example, (Jones, 1998). The complete reference list should appear alphabetically by name at the end of the paper.

A sample of the most common entries in reference lists appears below. Please note that a DOI should be provided for all references where available. Please see Wiley's APA reference style for more information. Please note that for journal articles, issue numbers are not included unless each issue in the volume begins with page one.

Journal article

Example of reference with 2 to 7 authors

Beers, S. R., & De Bellis, M. D. (2002). Neuropsychological function in children with maltreatment-related posttraumatic stress disorder. *The American Journal of Psychiatry*, 159, 483–486. <https://doi:10.1176/appi.ajp.159.3.483>

Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S. C., Day, B. L., Castellote, J. M., White, S., & Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126(4), 841–865. <https://doi:10.1093/brain/awg076>

Example of reference with more than 7 authors

Rutter, M., Caspi, A., Fergusson, D., Horwood, L. J., Goodman, R., Maughan, B., ... Carroll, J. (2004). Sex differences in developmental reading disability: New findings from 4 epidemiological studies. *Journal of the American Medical Association*, 291(16), 2007–2012. <https://doi:10.1001/jama.291.16.2007>

Book edition

Bradley-Johnson, S. (1994). *Psychoeducational assessment of students who are visually impaired or blind: Infancy through high school* (2nd ed.). Austin, TX: Pro-ed.

For a chapter in a book or entry in a reference book, use the following formats:

Author, A. A., & Author, B. B. (1995). Title of chapter or entry. In A. Editor, B. Editor, & C. Editor (Eds.), Title of book (pp. xxx-xxx). Location: Publisher.

Author, A. A., & Author, B. B. (1993). Title of chapter or entry. In A. Editor & B. Editor (Eds.), Title of book (pp. xxx-xxx). Retrieved from <http://www.xxxxxxxxxxx> Author, A. A., & Author, B. B. (1995). Title of chapter or entry. In A. Editor, B. Editor, & C. Editor (Eds.), Title of book (pp. xxx-xxx). doi:xxxxxxxxxx

Entire book, print version

Shotton, M. A. (1989). *Computer addiction? A study of computer dependency*. London, England: Taylor & Francis.

Electronic version of print book

Shotton, M. A. (1989). *Computer addiction? A study of computer dependency* [DX Reader version]. Retrieved from <http://ebookstore.tandf.co.uk/html/index.asp> Schiraldi, G. R. (2001). *The post-traumatic stress disorder sourcebook: A guide to healing, recovery, and growth* [Adobe Digital Editions version]. doi:10.1036/0071393722

Electronic-only book

O'Keefe, E. (n.d). *Egoism & the crisis in Western values*. Retrieved from <http://www.onlineoriginals.com/showitem.asp?itemID=135>

Electronic version of republished book

Freud, S. (1953). The method of interpreting dreams: An analysis of a specimen dream. In J. Strachey (Ed. & Trans.), *The standard edition of the completed psychological works of Sigmund Freud* (Vol. 4, pp. 96-121). Retrieved from <http://books.google/books> (Original work published 1900)

Patents

In text, give the patent and the issue date (not application date) of the patent. In the reference list entry, include the investor(s) to whom the patent is issued and the official source from which the patent information can be retrieved.

Reference list entry: Smith, I. M. (1988). U.S. Patent No. 123,445. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Original article not yet published in an issue style

An online article that has not yet been published in an issue (therefore has no volume, issue or page numbers) can be cited by its Digital Object Identifier (DOI). The DOI will remain valid and allow an article to be tracked even after its allocation to an issue. Abe H, Takeuchi H. 2012. Characterization of the intronic VNTR polymorphisms found in a paralog of chicken serotonin transporter gene. *Animal Science Journal*. 2012, doi: 10.1111/asj.12011

Electronic material

National Center for Biotechnology Information (NCBI). 1999. Nucleotide–nucleotide BLAST (blastn) [homepage on the Internet]. National Center for Biotechnology Information, Bethesda, MD; [cited 13 December 2002]. Available from URL:<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/>

Ph.D. Thesis

Suzuki, Y. 2016. Study on the physiological functions of two endocrine factors derived from the liver, ANGPTL8 and Chemerin, in Ruminants. Ph.D. Thesis, Tohoku University, Sendai, Japan

Tables. Tables should be self-contained and complement, but not duplicate, information contained in the text. Number tables consecutively in the text in Arabic numerals. Type tables on a separate page with the legend above. Legends should be concise but comprehensive – the table, legend and footnotes must be understandable without reference to the text. Vertical lines should not be used to separate columns. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses; all abbreviations must be defined in footnotes. Footnote symbols: †, ‡, §, ¶, should be used (in that order) and *, **, *** should be reserved for *P* values. Statistical measures such as SD or SEM should be identified in the headings.

Figures. Color figures are not charged for publication effective on 1 January, 2013. All illustrations (line drawings and photographs) are classified as figures. Figures should be cited in consecutive order in the text. Figures should be sized to fit within the column (80.5 mm), intermediate (112 mm) or the full text width (168 mm). Magnifications should be indicated using a scale bar on the illustration.

Line figures should be sharp, black and white graphs or diagrams, drawn professionally or with a computer graphics package. Lettering must be included and should be sized to be no larger than the journal text.

Figure legends. Type figure legends on a separate page. Legends should be concise but comprehensive – the figure and its legend must be understandable without reference to the text. Include definitions of any symbols used and define/explain all abbreviations and units of measurement.

Supporting Information. Supporting Information can be a useful way for an author to include important but ancillary information with the online version of an article. Examples of Supporting Information include additional tables, data sets, figures, movie files, audio clips, 3D structures, and other related nonessential multimedia files. Supporting Information should be cited within the article text, and a descriptive legend should be included. It is published as supplied by the author, and a proof is not made available prior to publication; for these reasons, authors should provide any Supporting Information in the desired final format.

- Supporting figures, tables and text must be numbered Fig. S1, Fig. S2, etc., Table S1, Table S2, etc. and Doc. S1, Doc S2, etc, respectively.
- Titles and legends of supporting figures and tables need to be included in the respective figure and table file(s).
- Each figure and table file should not be larger than 5MB, although video files may be larger.
- An author's website cannot be used as supporting information.

There is no limitation to the amount of supplementary material that can be appended to the article, but in some instances the Editor may request a reduction if the amount of supplementary material submitted is judged excessive. For further information on requirements for submission, please visit: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/suppinfo.asp>

WILEY AUTHOR SERVICES

Author Services enables authors to track their article, once it has been accepted, through the

production process to publication online. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated emails at key stages of production so they do not need to contact the production editor to check on progress. Visit Author Services(<https://authorservices.wiley.com/bauthor/default.asp>) for more details on online production tracking and for a wealth of resources, including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

Proofs. It is essential that corresponding authors supply an email address to which correspondence can be emailed while their article is in production.

In case there is unclear text or material at the stage of type editing, Word files of edited articles will be sent for checking via email, and should be returned to the Publisher. It is essential that these files are checked carefully, as the cost of changes made at a later stage may be charged to the author. Full instructions on how to correct and return the file will be attached to the email.

Notification of the URL from where to download a Portable Document Format (PDF) typeset page proof, associated forms and further instructions will be sent by email to the corresponding author. The purpose of the PDF proof is a final check of the layout, and of tables and figures. Alterations other than the essential correction of errors are unacceptable at PDF proof stage. The proof should be checked, and approval to publish the article should be emailed to the Publisher by the date indicated, otherwise, it may be signed off on by the Editor or held over to the next issue.

E-Annotation. E-annotation is a natural extension of PDF proofing, with a number of benefits:

- Increased speed of journals publication schedules Increased efficiency for authors and journal Production Editors
- Clearer corrections in the annotated files
- More accurate interpretations of corrections by typesetters
- Easy and efficient circulation of annotated proofs via email to Editors and co-authors

E-annotation works as follows: The typesetter uses Acrobat 7 to enable annotation on the proofs. The recipient then needs to ensure that they have Acrobat Reader version 7.0 or above (instructions and link provided with the PDF proof) or Acrobat Professional in order to use the annotation functionality. The annotation toolbar allows proof corrections to be marked Setting Up E-annotation of Proofs 4 of 7 electronically – by crossing out, replacing or inserting text, and even inserting an attachment(such as a new abstract or figure). The corrected proofs are then sent to the person who collates them and, after checking, they are then returned to the typesetter.

This system reduces the time taken for authors to send proofs in the post, and results in more legible proofs for the typesetters, avoiding problems of text being cut off(as can happen when faxing) or illegible handwriting.

Page charges.

For articles submitted by 31 December 2016 Page charges.

MEMBER who is a First Author OR a Correspondence Author: A charge for full papers will be made for each paper (JPY6,000) and for extra typeset pages that exceed four (4) pages (JPY12,000 per page). A charge for rapid communications will be made for each paper

(JPY30,000) and for extra typeset pages that exceed two (2) pages (JPY 12000 per page). A charge for review papers will be made for each paper (JPY20,000) and for extra typeset pages that exceed ten pages (JPY12,000 per page). Customers in Japan should add consumption tax.

NON-MEMBERS: A charge for full papers will be made for each paper (JPY16,000) and for extra typeset pages that exceed four (4) pages (JPY 12,000 per page). A charge for rapid communications will be made for each paper (JPY40,000) and for extra typeset pages that exceed two (2) pages (JPY 12,000 per page). A charge for review papers will be made for each paper (JPY 30,000) and for extra typeset pages that exceed ten (10) pages (JPY 12,000 per page). Customers in Japan should add consumption tax.

For articles submitted after 1 January 2017 Page charges.

MEMBER who is a First Author OR a Correspondence Author: A charge for full papers will be JPY 6,000 per typeset page (for example, the charge will be JPY36,000 for six typeset pages). A charge for rapid communications will be made for each paper (JPY30,000) and for extra typeset pages that exceed two (2) pages (JPY12,000 per page). A charge for review papers will be made for each paper (JPY20,000) and for extra typeset pages that exceed ten pages (JPY12,000 per page). Customers in Japan should add consumption tax.

NON-MEMBERS: A charge for full papers will be JPY12,000 per typeset page (for example, the charge will be JPY72,000 for six typeset pages). A charge for rapid communications will be made for each paper (JPY40,000) and for extra typeset pages that exceed two (2) pages (JPY12,000 per page). A charge for review papers will be made for each paper (JPY30,000) and for extra typeset pages that exceed ten (10) pages (JPY12,000 per page). Customers in Japan should add consumption tax.

Offprints. A free PDF offprint will be supplied to the corresponding author. Please register with Wiley Author Service to receive the benefits. A minimum of 50 offprints will be provided upon request, at the author's expense.

Offprints in Black and White: An Offprint Order Form outlining the cost of offprints will be sent to the corresponding author from the Editorial Office. Offprints will be provided only if a completed Offprint Order Form is returned to the Editorial Office by mail by the specified date.

Color figures. Color figures are not charged for publication effective on 1 January, 2013.

Early View. *Animal Science Journal* is covered by our Early View service. Early View articles are complete full-text articles published online in advance of their publication on issue basis. Articles are therefore available as soon as they are ready, rather than having to wait for the next scheduled online issue. Early View articles are complete and final. They have been fully reviewed, revised and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Because they are in final form, no changes can be made after online publication. The nature of Early View articles means that they do not yet have volume, issue or page numbers, so Early View articles cannot be cited in the traditional way. They are therefore given a Digital Object Identifier (DOI), which allows the article to be cited and tracked before it is allocated to an issue. Please see an example of "Online article not yet published in an issue" in

References section in this Author Guidelines. After issue online publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article. More information about DOIs can be found at <http://www.doi.org/faq.html>

OnlineOpen – Wiley’s Open Access Option: OnlineOpen is available to authors of articles who wish to make their article freely available to all on Wiley Online Library under a Creative Commons license. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made open access. Authors of OnlineOpen articles are permitted to post the final, published PDF of their article on their personal website, and in an institutional repository or other free public server immediately after publication. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

OnlineOpen licenses. Authors choosing OnlineOpen retain copyright in their article and have a choice of publishing under the following Creative Commons License terms: Creative Commons Attribution License (CC BY); Creative Commons Attribution Non-Commercial License (CC BY NC); Creative Commons Attribution Non-Commercial-NoDerivs License (CC BY NC ND). To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright Terms and Conditions FAQs.

Funder Open Access and Self-Archiving Compliance: Please click [here](#) for more information on Wiley’s compliance with specific Funder Open Access and Self Archiving Policies, and click [here](#) for more detailed information specifically about Self-Archiving definitions and policies.

WILEY JOURNAL ONLINE

Visit the *Animal Science Journal* home page at <http://wileyonlinelibrary.com/journal/asj> for more information and to search the articles and register for table of contents and e-mail alerts. For submission guidelines and digital graphics standards visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>.