



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

**Utilização da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*
Haw.) na alimentação de ruminantes**

Fábio Monteiro de Rezende

RECIFE
FEVEREIRO 2018

**Utilização da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*
Haw.) na alimentação de ruminantes**

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

Área de concentração: Produção Animal

Comitê de Orientação:

Prof^ª. Dr^ª. Antonia Sherlânea Chaves Veras – Orientadora

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira – Co-orientador

Dr. Sebastião Inocêncio Guido – Co-orientador

**RECIFE
FEVEREIRO 2018**

FÁBIO MONTEIRO DE REZENDE

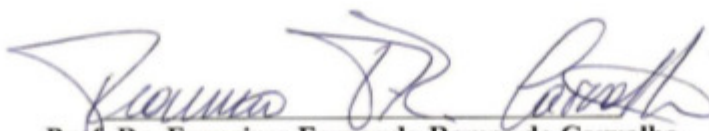
**UTILIZAÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA ORELHA DE ELEFANTE
MEXICANA (*Opuntia stricta* Haw) NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES.**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 28 de fevereiro de
2018

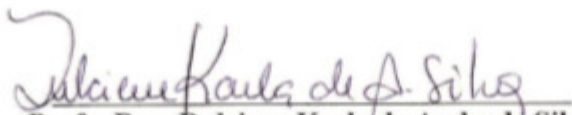
Comissão Examinadora:



Profa. Dra. Antônia Sherlânea Chaves Vêras
Universidade Federal Rural de Pernambuco



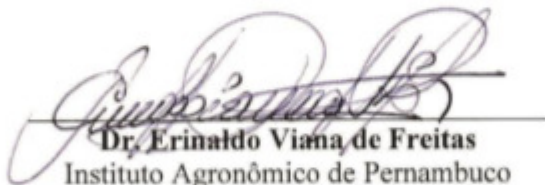
Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho
Universidade Federal Rural de Pernambuco



Profa. Dra. Dulciene Karla de Andrade Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco



Dra. Maria Gabriela da Conceição
Universidade Federal Rural de Pernambuco



Dr. Erinaldo Viana de Freitas
Instituto Agrônomo de Pernambuco

RECIFE-PE
FEVEREIRO/2018

AGRADECIMENTOS

Pela conclusão desse trabalho, agradeço inicialmente ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia e seus professores, pela oportunidade de fazer parte desse respeitado programa.

Minha Orientadora, Antonia Sherlânea Chaves Vêras, que não só com competência técnica, mas também em gestão de pessoas, que soube me orientar, não só na minha vida acadêmica, mas também na minha vida pessoal, que com certeza me fez uma pessoa melhor.

Meu Co-orientador Marcelo de Andrade Ferreira, que disponibilizou não só seu tempo e instalações, mas também sua equipe na condução do meu trabalho, além das coerentes contribuições na discussão do trabalho.

Aos colegas Michelle Siqueira, Gabriela da Conceição, Marina Almeida, Robert Luna e Luciana Neves que com paciência me ajudaram na condução do experimento.

À Camilla Lira, que chegou já me auxiliando no experimento e foi fundamental para o sucesso do mesmo.

Aos estagiários do grupo da Professora Antonia Sherlânea que reforçam a tese de que não se faz experimento sozinho.

À CAPES que concedeu a minha bolsa para estudo.

E aos demais que de uma forma ou de outra contribuíram nessa minha trajetória.

Muito obrigado.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| Lista de tabelas _____ | 7 |
| Resumo geral _____ | 8 |
| Abstract _____ | 10 |
| Considerações iniciais _____ | 12 |
| CAPÍTULO 1 – Efeitos nutricionais da adição de Palma forrageira (<i>Opuntia stricta</i> Haw) em substituição à cana-de-açúcar na alimentação de novilhas da raça Holandesa. | |
| Resumo _____ | 17 |
| Abstract _____ | 18 |
| Introdução _____ | 19 |
| Material e Métodos _____ | 20 |
| Resultados e Discussão _____ | 25 |
| Conclusão _____ | 31 |
| Referências bibliográficas _____ | 32 |
| CAPÍTULO 2 – Efeitos nutricionais da Palma forrageira (<i>Opuntia stricta</i> Haw) em substituição à silagem de sorgo na alimentação de ovinos. | |
| Resumo _____ | 36 |
| Abstract _____ | 37 |
| Introdução _____ | 38 |
| Material e Métodos _____ | 39 |
| Resultados e Discussão _____ | 44 |
| Conclusão _____ | 49 |
| Referências bibliográficas _____ | 50 |
| Considerações finais _____ | 52 |
| Apêndices _____ | 53 |

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

| | Página |
|--|--------|
| Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais. _____ | 21 |
| Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas. _____ | 22 |
| Tabela 3 - Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes e teor de nutrientes digestíveis totais, em função do nível de inclusão de palma. _____ | 28 |
| Tabela 4 – Comportamento ingestivo de novilhas em função do nível de inclusão de palma O.E.M. _____ | 29 |
| Tabela 5 - Desempenho e Medidas biométricas de novilhas em função do nível de inclusão de palma O.E.M. _____ | 30 |
| Tabela 6 - Consumos de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB) e de nutrientes digestíveis totais (CNDT) observados e preditos pelo NRC (2001) para os ganhos em peso obtidos. _____ | 31 |

Capítulo 2

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais. _____ | 41 |
| Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas. _____ | 42 |
| Tabela 3 - Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes e teor de nutrientes digestíveis totais, em função do nível de inclusão de palma O.E.M. _____ | 46 |
| Tabela 4 - Comportamento ingestivo de ovinos em função do nível de inclusão de palma O.E.M. _____ | 48 |
| Tabela 5 – Consumo e balanço de nitrogênio de ovinos em função do nível de inclusão de palma O.E.M. _____ | 49 |

RESUMO GERAL

Este projeto foi dividido em dois experimentos. No primeiro, objetivou-se avaliar a inclusão de palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw.) na dieta de novilhas da raça Holandesa. A partir disso foi observado o consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, o comportamento ingestivo e desempenho. No segundo, o objetivo foi avaliar os efeitos da substituição da silagem de sorgo pela palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw.) na dieta de ovinos mestiços, para perceber o consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, comportamento ingestivo e balanço de nitrogênio. Para isso, foram utilizadas vinte novilhas da raça Holandesa com peso médio inicial de 249,1 kg \pm 34,2kg e arranjadas de forma casualizada, utilizando-se o peso inicial (PI) como covariável para esse experimento. No segundo experimento foram utilizados cinco ovinos machos canulados no rúmen, com peso médio inicial de 52,9 \pm 6,0 kg, os quais foram arranjados em delineamento de Quadrado Latino 5x5. No primeiro experimento, o Consumo de Matéria Seca (CMS) foi maior do que esperado, e não foi influenciado pela substituição. Os Consumos de Proteína (CPB) e de Carboidratos não fibrosos (CCNF) aumentaram com a inclusão da palma, ao passo em que o Consumo de Fibra em Detergente Neutro (CFDN) diminuiu. O comportamento ingestivo não foi influenciado após a substituição da cana-de-açúcar pela palma OEM, assim como o desempenho, por meio de avaliação por mensurações corporais. Esse comportamento sugere que pelo fato de a cana-de-açúcar utilizada na presente pesquisa ter apresentado baixo teor de FDN (38,5%), possibilitou um elevado consumo de MS, e conseqüentemente elevados ganhos em peso. Já para a substituição da silagem de sorgo pela palma OEM na alimentação dos ovinos, o Consumo de Matéria Seca (CMS), de Matéria Orgânica (CMO), de Carboidratos Não Fibrosos

(CCNF) e de Nutrientes Digestíveis Totais (CNNDT), além das digestibilidade de MS e CNF aumentaram após essa mudança, enquanto o consumo de Fibra em Detergente Neutro (CFND) diminuiu. O comportamento ingestivo foi influenciado pela substituição avaliada, apresentando diminuição nos tempos de alimentação e ruminação, e conseqüentemente, aumento no tempo de ócio. As eficiências de alimentação e ruminação de MS também aumentaram com a substituição. O balanço de nitrogênio não foi influenciado pela substituição da silagem de sorgo pela palma OEM, o que pode ser explicado pelo fato dos consumos e das digestibilidades de PB não terem variado em função dos tratamentos. A baixa retenção de nitrogênio pode ser explicada pelo fato dos animais utilizados já terem atingido a maturidade. Assim, conclui-se que é possível utilizar palma OEM em dietas à base cana-de-açúcar com baixo teor de FDN para novilhas da raça Holandesa, assim como substituir silagem de sorgo pela palma orelha de elefante mexicana, em até 80% na dieta de ovinos, com a tomada de decisão dependendo da disponibilidade e dos custos dos ingredientes das dietas, ficando a critério o custo dos ingredientes.

ABSTRACT

This project was divided in two experiments; the first one was to evaluate the inclusion of *Orelha de Elefante Mexicana* spineless cactus (*Opuntia stricta* Haw) in the diet of Holstein heifers regarding consumption, digestibility, ingestive behavior and performance. The second one had the objective of evaluating the substitution of sorghum silage by the *Orelha de Elefante Mexicana* spineless cactus in the diet of crossbred sheep in terms of consumption, digestibility, ingestive behavior and nitrogen balance. Twenty heifers of the Holstein breed with initial mean weight of 249.1 kg \pm 34.2 kg were randomly arranged using the initial weight (PI) as co-variable for the experiment with heifers and five male cannulated in the rumen sheep with initial mean weight of 52.9 \pm 6.0 kg that were arranged in 5x5 Latin square for the second experiment. Dry matter intake (CMS) was higher than expected, and was not influenced by substitution. Protein (CPB) and non-fibrous carbohydrate (CCNF) intakes increased with inclusion as the consumption of neutral detergent fiber (CFDN) decreased. The ingestive behavior was not influenced by the inclusion of spineless cactus in order of sugarcane, as well as the performance measured by body measurements. This behavior suggests that the fact that sugarcane presents low NDF content (38.5%) made possible a high consumption of DM, and consequently high weight gains. For the replacement of sorghum silage by the OEM palm, the dry matter intake (CMS), organic matter (CMO), non-fibrous carbohydrates (CCNF) and total digestible nutrients (CNDT), MS, and CNF digestibility increased with the replacement of sorghum silage by the OEM palm, as the consumption of neutral detergent fiber (CFND) decreased as expected. The ingestive behavior was influenced by the evaluated substitution, presenting a decrease in feeding and rumination times, and consequently an increase in leisure time. The chewing and rumination efficiencies of DM also increased with substitution. The nitrogen balance

was not influenced by the substitution of sorghum silage by the OEM palm, which can be explained by the fact that CPB and DPB did not change. The low retention of nitrogen can be explained by the fact that the animals used have already reached maturity. It is possible to conclude that it is possible to use OEM palm on low-NDF sugarcane diets for Holstein heifers, with the criterion being the cost of the ingredients as well as the substitution of sorghum silage for the *Orelha de Elefante Mexicana* palm for sheep.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O semiárido brasileiro é descrito como cenário geográfico no qual ocorrem secas severas e abrange diversos Estados do Brasil, ocupando aproximadamente 12% do território nacional. É uma área que apresenta regime de chuvas irregulares, com solos rasos e vegetação xerófila, resistente a grandes períodos de estiagem. Para os animais, esse período de seca representa queda na sua produção devido à baixa oferta de nutrientes capazes de atender às suas exigências nutricionais.

Durante o período de chuvas, o alimento é abundante e de boa qualidade nutricional, porém a disponibilidade e qualidade de forragem são reduzidas quando a seca acomete a região. Por isso, os produtores não podem depender apenas do pasto para alimentar os ruminantes durante o período seco, pois, assim, os animais terão perda de peso, queda na produção de leite e na taxa de fertilidade, além de maior predisposição a contrair doenças, ou ainda, chegar a morrer. Por esta razão, se tem buscado alternativas na alimentação animal visando ao aumento da produtividade durante os períodos de estiagem. Dentre estas alternativas, se destaca o uso de palma forrageira na alimentação de ruminantes.

A palma é uma forrageira adaptada a essas condições ambientais e é importante para o fornecimento dos nutrientes escassos no período de estiagem. Isso garante condições para sobrevivência dos ruminantes, inclusive atua sobre o suprimento de água, diminuindo drasticamente o consumo de água proveniente dos líquidos pelos animais que a recebem na sua alimentação.

Apesar da palma forrageira não ser um volumoso rico em proteína (3,0 a 8,3%), fibra em detergente neutro (24,4 a 39,2%) e matéria seca (8,2 a 13,4%), ela se caracteriza por possuir elevados teores de minerais (8,0 a 17,0%) e carboidratos não

fibrosos (46,3 a 57,8%). Também possui conteúdo expressivo em nutrientes digestíveis totais, com teores estimados entre 63,7 e 67,6%; constituindo-se assim, numa importante opção de volumoso para dietas de ruminantes, especialmente em regiões semiáridas.

Em Pernambuco, após a constatação da grande infestação do inseto cochonilha do carmim na cultura da palma gigante, fenômeno que causou enormes prejuízos econômicos, sociais, históricos e culturais; vários genótipos vêm sendo testados pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco e pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Também houve a implantação de novas variedades de palma forrageira resistentes ao ataque desse inseto, sendo uma delas a palma Orelha de Elefante Mexicana (OEM), (*Opuntia stricta* Haw).

Por se tratar de semiárido, o fator “água” é limitante para alcançar grandes produtividades de volumoso por área. Como a irrigação nessa região não é utilizada em grande escala, principalmente por desconhecer o incremento na produção, foi identificado em estudos sobre a eficiência do uso de água da palma OEM que para o semiárido nordestino o investimento em irrigação aumenta a produtividade do plantio de palma de forma sustentável, melhorando, inclusive, a remuneração do produtor. Mas nem sempre aplicar essa técnica é possível, exatamente pela escassez de água na região.

No Nordeste, a palma forrageira se apresenta como uma opção viável com boa produtividade. Quando cultivada racionalmente, apresenta produções de até 75t de MS/ha/ano, se for irrigada. É uma alternativa bastante utilizada em regiões semiáridas, principalmente pelas características morfofisiológicas das espécies da família Cactácea, plantas CAM- metabolismo ácido das crassuláceas, que possuem os mecanismos para

suportar os rigores de clima. Ou seja, os estômatos permanecem fechados durante o dia, para evitar a perda de água, e abertos à noite, para permitir a entrada de CO₂.

Na região Nordeste do Brasil, a cana-de-açúcar é amplamente utilizada como volumoso, mesmo com algumas características já conhecidas, como baixo teor de proteína bruta (2 a 4%) e elevada porcentagem de fibra em detergente neutro (45 a 56%). O que, muitas vezes, a faz ser considerada fibra de baixa qualidade, fator associado ao baixo consumo desse alimento; mas com disponibilidade na época mais seca do ano. Recentemente, foi avaliada a substituição de cana-de-açúcar pela palma forrageira para ovinos, os quais obtiveram ganhos em peso superiores a 150g/dia, com a substituição total, em dietas com relação 48:52 de volumoso:concentrado.

A palma forrageira também se mostra importante na alimentação de bovinos. Muitos trabalhos avaliaram a utilização de palma forrageira na alimentação desses animais, cujos resultados foram satisfatórios, demonstrando viável seu fornecimento.

Outro ponto a ser considerado em regiões com chuvas irregulares é a conservação de alimentos volumosos. Nesse contexto, a ensilagem se mostra como uma alternativa viável, pois quando do processo reexecutado, essa técnica possibilita a conservação dos nutrientes de alimentos volumosos. É um dos alimentos utilizado para ser produzido e conservado no semiárido é o sorgo. Se equiparado ao milho, essa gramínea possui elevada produção por área, e é menos exigente em água no cultivo, além de que possui boa composição nutricional, com proteína em torno de 6 a 9%, além de proporcionar silagens com elevados teores de nutrientes digestíveis totais e de carboidratos não fibrosos.

Devido à dificuldade de conservação da palma, é preocupante a estabilidade dos seus nutrientes, assim como a sua aceitabilidade pelos animais após o corte. Com isso,

trabalhos apontam que até 21 dias de armazenamento os parâmetros de estabilidade de nutrientes e a aceitabilidade da palma OEM não foram alterados, ressaltando a viabilidade de inclusão da palma OEM em dietas de ruminantes.

O presente trabalho está organizado em dois capítulos. O capítulo 1 avalia o efeito da substituição da cana-de-açúcar pela palma OEM em dietas para novilhas leiteiras. Foram avaliados consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, comportamento ingestivo, desempenho e conversão alimentar. No Capítulo 2 são discutidos os efeitos da substituição da silagem de sorgo pela palma OEM em dietas para ovinos. Foram utilizados cinco ovinos fistulados, alojados em gaiolas de metabolismo e realizada a avaliação do consumo e da digestibilidade aparente dos nutrientes, comportamento ingestivo e balanço de nitrogênio.

Capítulo 1

Efeitos nutricionais da adição de Palma forrageira (*Opuntia stricta* Haw) em substituição à cana-de-açúcar na alimentação de novilhas da raça Holandesa.

Efeitos nutricionais da adição de Palma forrageira (*Opuntia stricta* Haw) em substituição à cana-de-açúcar na alimentação de novilhas da raça Holandesa.

Resumo

Objetivou-se avaliar a inclusão de palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw) em substituição à cana-de-açúcar na dieta de novilhas, quanto ao consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo e desempenho de ganho de peso corporal. Para tanto, vinte novilhas da raça Holandesa, com peso médio inicial de 249,1 kg \pm 34,2kg, foram arranjadas de forma casualizada utilizando-se o peso inicial (PI) como covariável. O consumo de matéria seca (CMS) foi maior do que o esperado e não foi influenciado pela substituição. Os consumos de proteína (CPB) e de carboidratos não fibrosos (CCNF) aumentaram com a substituição, enquanto o consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) diminuiu. O comportamento ingestivo não foi influenciado pela substituição da cana-de-açúcar pela palma OEM, assim como as mensurações corporais. Isso sugere que, pelo fato de a cana-de-açúcar apresentar baixo teor de FDN (38,5%), possibilitou-se um elevado consumo de MS, e conseqüentemente elevados ganhos de peso. Podendo-se concluir que é viável utilizar palma OEM em substituição de dietas à base cana-de-açúcar com baixo teor de FDN para novilhas da raça Holandesa, ficando a decisão a critério do custo dos ingredientes.

Palavras chave: comportamento ingestivo, consumo, desempenho, digestibilidade, Orelha de Elefante Mexicana.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the replacement of sugarcane by the Orelha de Elefante Mexicana spineless cactus (*Opuntia stricta* Haw) in the diet of Holstein heifers regarding consumption, digestibility, ingestive behavior and performance on weight gain. Twenty Holstein breed heifers with initial mean weight of $249.1 \text{ kg} \pm 34.2 \text{ kg}$ were randomized arranged using the initial body weight (PI) as co-variable. Dry matter intake (CMS) was higher than expected, and was not influenced by substitution. Consumption of protein (CPB) and non-fibrous carbohydrate (CCNF) increased with substitution as the consumption of neutral detergent fiber (CFDN) decreased. The ingestive behavior was not influenced by the replacement of sugarcane by the OEM palm, as well as the performance measured by body measurements. This behavior suggests that the fact that sugar cane presents low neutral detergent fiber content (38.5%) allowed a high dry matter intake, and consequently high weight gains, and it is possible to conclude that it is possible to use OEM spineless cactus in substitution in base diets sugar cane with low neutral detergent fiber content for Holstein heifers, with the criterion of the cost of the ingredients.

Key words: Digestibility, ingestive behavior, Intake, Orelha de Elefante Mexicana, performance.

1. Introdução

Tão importante quanto vacas em produção, são as novilhas nos rebanhos leiteiros. A fase de recria é responsável pela substituição dos animais produtivos e essa reposição deve ser feita com animais jovens e com bom peso corporal, para assegurar que terão longa vida produtiva no rebanho (Boultonet al., 2017). Para tanto, a estratégia alimentar deve garantir ganhos de peso expressivos; sem, contudo, segundo Caetano et al. (2016), promover efeitos deletérios no desenvolvimento da glândula mamária e, conseqüente baixa produção de leite no futuro.

Em regiões semiáridas é fundamental que sejam desenvolvidos sistemas de produção baseados na utilização de volumosos adaptados às condições edafoclimáticas, que tenham baixo requerimento e utilização de água eficiente. Além de elevado rendimento de biomassa, custos reduzidos e boa qualidade nutricional.

Nesse contexto, a palma forrageira tem sido amplamente utilizada na alimentação dos rebanhos, pois, além de ser rica em carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais, promove que os animais reduzam a ingestão de água na sua forma líquida. Contudo, é recomendado que seu uso seja associado a uma fonte de fibra pelo fato de conter baixo teor de fibra em detergente neutro.

E, devido à seca prolongada que assola a região Nordeste do Brasil desde 2012, a cana-de-açúcar, uma alternativa muito utilizada na alimentação de ruminantes, é uma estratégia a ser considerada para esse cenário, principalmente por conservar seu valor nutritivo, mesmo após atingir a maturação. Além das características de elevada produção de energia por área, de fácil cultivo e de alta produção de massa verde (Pinto et al., 2003; Rangel et al., 2010; Lima Júnior et al., 2010; Freitas, et al., 2011; Misso et al., 2013).

Recentemente, a cana-de-açúcar tem sido associada à palma forrageira na região da bacia leiteira de Pernambuco pela proximidade com as regiões produtoras, pela boa disponibilidade e pelo baixo custo; uma vez que maiores proporções de concentrado inviabilizariam os custos de produção. Nesse sentido, a solução seria encontrar uma relação cana/palma/concentrado que viabilizasse o consumo de matéria seca e a digestão dos nutrientes, com consequentes reflexos positivos no desempenho animal e nos custos com alimentação.

Com a ocorrência dessa estiagem prolongada houve grande infestação de cochonilha do carmim nos palmais, os quais eram formados, predominantemente, por palma gigante; fenômeno que causou enormes prejuízos econômicos, sociais, históricos e culturais. Dessa forma, houve a implantação de novas variedades de palma forrageira resistentes ao ataque da cochonilha do carmim, sendo uma delas a palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw).

O objetivo desse estudo é identificar o nível ideal de substituição da cana-de-açúcar pela palma Orelha de Elefante Mexicana para novilhas da raça Holandesa, visando ganho médio de 700g/dia.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), em São Bento do Una, Pernambuco, Brasil. O manejo e o cuidado dos animais foram realizados de acordo com as diretrizes e recomendações do Comitê de Ética em Uso Animal (CEUA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Licença n° 069/2016), Recife, Brasil.

Foram utilizadas 20 novilhas Holandesas, com peso médio inicial de 249,1 kg \pm 34,2kg, mantidas em baias individuais, que foram distribuídas em cinco tratamentos, em

delineamento inteiramente casualizada, com o peso corporal inicial como covariável. Foram adotados 21 dias de adaptação ao manejo e às instalações, e três períodos experimentais de 28 dias cada para a coleta de dados e amostras.

A composição química e as proporções dos ingredientes, bem como a composição química das dietas experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2. As dietas consistiram da inclusão de palma Orelha de Elefante Mexicana - OEM (*Opuntia stricta* Haw) nos níveis de 0; 14,7; 29,4; 44,1 e 58,8 % do volumoso, em substituição à cana-de-açúcar, objetivando proporcionar ganhos diários de 700g. A variedade da cana-de-açúcar utilizada foi RB867515, cuja composição em FDN foi de 39,74%, segundo Cruz et al. (2014), similar ao teor observado no presente trabalho, de 38,49%. A relação volumoso:concentrado utilizada foi baseada no trabalho de Rangel et al. (2010), que avaliaram diferentes relações cana:concentrado em dietas de novilhas da raça Holandesa e verificaram ganhos de aproximadamente 700 g/dia com relação semelhante à utilizada nessa pesquisa. Foram utilizados ureia e sulfato de amônia (SA), na proporção de 9:1, para ajustar os teores de proteína bruta (PB).

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

| Nutrientes | Cana-de-açúcar | Palma OEM | Milho | Farelo de soja | Sal Comum | Mistura Mineral | Ureia |
|---------------|----------------|-----------|-------|----------------|-----------|-----------------|-------|
| MS (g/kg MN) | 299,3 | 164,1 | 877,8 | 876,1 | - | - | - |
| MO (g/kg MS) | 959,8 | 931,6 | 984,0 | 931,4 | - | - | - |
| MM (g/kg MS) | 40,2 | 68,4 | 16,0 | 68,6 | - | - | - |
| PB (g/kg MS) | 17,5 | 45,4 | 82,1 | 469,2 | - | - | 260,0 |
| EE (g/kg MS) | 9,3 | 12,5 | 40,6 | 28,6 | - | - | - |
| FDN (g/kg MS) | 384,9 | 232,4 | 128,5 | 154,4 | - | - | - |
| CHT (g/kg MS) | 949,6 | 873,7 | 856,8 | 433,6 | - | - | - |
| CNF (g/kg MS) | 564,6 | 641,3 | 728,2 | 279,2 | - | - | - |

MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; MM= matéria mineral; PB = proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; CHT= carboidratos totais; CNF= carboidratos não fibrosos. OEM= Orelha de elefante mexicana.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas

| Ingredientes | Níveis de inclusão (%) | | | | |
|--------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 9,7 | 19,4 | 29,1 | 38,8 |
| Cana-de-açúcar | 66,0 | 56,3 | 46,6 | 36,9 | 27,2 |
| Palma OEM | 0,0 | 9,7 | 19,4 | 29,1 | 38,8 |
| Milho | 16,9 | 17,7 | 18,3 | 19,0 | 19,5 |
| Farelo Soja | 14,3 | 13,4 | 12,8 | 12,1 | 11,5 |
| Ureia/SA ^a | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Sal Comum | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Sal Mineral ^b | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Composição química | | | | | |
| MS (g/kg MN) | 499,0 | 486,0 | 473,0 | 460,0 | 447,0 |
| MO (g/kg MS) | 932,0 | 930,0 | 927,0 | 925,0 | 922,0 |
| PB (g/kg MS) | 130,0 | 130,0 | 130,0 | 131,0 | 132,0 |
| EE (g/kg MS) | 17,0 | 17,0 | 18,0 | 18,0 | 19,0 |
| FDN (g/kg MS) | 298,0 | 283,0 | 268,0 | 253,0 | 238,0 |
| CNF (g/kg MS) | 535,0 | 546,0 | 557,0 | 567,0 | 577,0 |
| CHT (g/kg MS) | 833,0 | 829,0 | 824,0 | 820,0 | 814,0 |
| NDT* (g/kg MS) | 667,4 | 710,7 | 684,0 | 696,6 | 723,9 |

MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; CNF= carboidratos não fibrosos; CHT= carboidratos totais; NDT – nutrientes digestíveis totais. OEM=orelha de elefante mexicana.

*valor calculado.

^a9 partes de ureia e 1 parte de Sulfato de amônia (SA).

^bNutrientes por kg do produto: Ca (min) - 135g, Ca (max) – 165g, P – 75g, S – 40g, Mg – 40g, K – 60g, Na – 35g, Co – 4,3mg, Cu – 425mg, Cr – 13,5mg, Fe – 1750mg, I – 11mg, Mn – 1700mg, Se – 13mg, Zn – 1700mg.

A alimentação foi fornecida à vontade, na forma de ração completa, duas vezes ao dia, às 8h00 e às 16h00, permitindo-se sobras de até 10%. Diariamente foram feitas pesagens das quantidades das rações fornecidas e das sobras por animal, para avaliação do consumo de matéria seca (CMS). Durante todo o experimento, imediatamente antes da alimentação foram obtidas amostras dos volumosos e dos concentrados fornecidos. Também foram recolhidas mostras das sobras, que foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas (-20 °C) e, ao final do período de coletas, foram secas em estufa, moídas, e constituíram amostras compostas por cada animal para posteriores análises.

Amostras de fezes foram coletadas diretamente na ampola retal dos animais, do 16º ao 20º dia do segundo período experimental, seguindo os horários de coleta: 16º dia – 16h00; 17º dia – 14h00; 18º dia – 12h00; 19º dia – 10h00 e 20º dia – 8h00. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas (-20 °C) e, ao final do período de coletas, foram secas em estufa, moídas e constituíram amostras compostas por cada animal.

As amostras de cana-de-açúcar, palma OEM, sobras e fezes foram secas em estufa com ventilação forçada (55°C/72 horas) e, juntamente com as amostras dos demais alimentos, foram processadas em moinho de facas com peneiras de porosidade de 1 mm, para análises químicas, e de 2 mm, para incubação ruminal *in situ*.

As análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) (nitrogênio total x 6,25) e fibra em detergente neutro (FDN) e sequencialmente, fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo métodos descritos em Detmann et al. (2012), nos métodos INCT-CA G-003/1 para MS, INCT-CA N-001/1 para PB, INCT-CA F-002/1 para FDN e INCT-CA F-004/1 para FDA. Para análise da concentração de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras de alimentos, sobras e fezes, foram tratadas com alfa amilase termoestável sem uso de sulfito de sódio.

Amostras de alimentos, sobras e fezes, referentes a estimativa da digestibilidade aparente, foram incubadas em duplicata (20 mg de matéria seca/cm²), em sacos de TNT (tecido-não-tecido) no rúmen de uma novilha mestiça, durante 240 horas, como proposto por Casali et al. (2008). Após este período, o material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro para quantificação dos teores de Fibra em Detergente Neutro Indigestível (FDNi) e, sequencialmente, à extração com

detergente ácido, para obtenção dos teores de fibra em detergente ácido indigestível (FDAi).

A estimativa da excreção de matéria seca fecal foi obtida pela relação entre a quantidade do indicador interno FDAi e sua concentração nas fezes:

$$MS_{Fecal} \left(\frac{g}{dia} \right) = \frac{Quantidade\ ingerida\ de\ FDAi(g)}{Concentração\ de\ FDAi\ nas\ fezes\ (\%)} \times 100$$

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo equação proposta por Hall (2000), sendo: $CNF = 100 - (MM - EE - FDN - (PB - PBu + Ur))$, em que $PBu = PB$ oriunda da ureia (% da MS); e $Ur =$ teor de ureia nas rações (% da MS).

Para a estimativa da digestibilidade aparente dos nutrientes (DMS, DMO, DPB, DEE, DFDN e DCNF), foi determinado o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA), considerando a relação da estimativa de excreção de fezes e o consumo de nutrientes:

$$CDA = \frac{Consumo\ de\ nutrientes - quantidade\ excretada\ nas\ fezes}{Consumo\ de\ nutrientes} \times 100$$

No início do experimento e a cada 28 dias, após jejum de sólidos por 16 horas, os animais foram submetidos à pesagem para acompanhamento e obtenção dos ganhos de peso total (GPT) e médio diário (GMD). A conversão alimentar (CA) foi obtida pela relação CMS/GMD .

As observações relativas ao comportamento ingestivo dos animais foram realizadas utilizando o método de varredura instantânea proposto por Martin & Bateson (1993). Os animais foram observados a cada 10 min por 24h. A atividade de cada novilha foi registrada como ruminção, alimentação e ócio. As eficiências de

alimentação e ruminção (kg / h) de MS e FDN foram calculadas dividindo a ingestão de cada um desses nutrientes pelo tempo total de alimentação (eficiência alimentar) ou tempo de ruminção (eficiência de ruminção).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0; 9,7; 19,4; 29,1 e 38,8% de inclusão de palma OEM em substituição à cana-de-açúcar), utilizando o peso inicial como covariável. Os dados foram analisados estatisticamente usando as opções PROC GLM e PROC REG no software SAS (versão 9.2), no nível de 5% de probabilidade para o erro tipo I, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_{ij} - X) + \epsilon_{ij}$$

Em que, Y_{ij} é a variável dependente medida em animal j submetido ao tratamento i ; μ é a média geral; T_i é o efeito fixo do tratamento i ; $\beta (X_{ij} - X)$ é o efeito da covariável; e ϵ_{ijk} é o erro aleatório não observado assumindo a distribuição normal.

O coeficiente de determinação (R^2) foi obtido pela relação entre a soma do quadrado da regressão e a soma de quadrado do tratamento.

3. Resultados e Discussão

O Consumo de Matéria Seca (CMS), nas três formas em que foi expresso (kg/dia, g/kgPC e g/ kgPC^{0,75}), não foi influenciado pela substituição da cana-de-açúcar pela palma Orelha de Elefante Mexicana (OEM), bem como o de Matéria Orgânica (MO), em kg/dia (Tabela 3).

Os CMS observados foram superiores aos encontrados por Rangel et al. (2010). Tal comportamento pode ser devido ao baixo teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN) da dieta experimental, como visto na Tabela 2, quando comparado com outros

autores (Rangel et al. 2010; Costa et al., 2011; Misso et al., 2013; Freitas, et al., 2013); consequência do baixo teor de FDN da cana-de-açúcar utilizada no presente trabalho (Tabela 1), se comparado ao encontrado na literatura consultada (Rangel et al., 2010; Costa et al., 2011; Misso et al., 2013; Freitas, et al., 2011; Lima Júnior et al., 2010; Pinto et al., 2003).

Assim, é possível sugerir que o consumo de MS pelos animais do presente trabalho não foi limitado pela quantidade de fibra na dieta, como atribuído por Rangel et al. (2010). Os quais relacionaram o comportamento obtido a partir da maior quantidade de fibra em detergente neutro indigestível e pela menor taxa de digestão da fração fibrosa potencialmente digestível, que fez com que aumentasse o tempo de permanência da fibra não digerida no rúmen, reduzindo a taxa de passagem pelo trato gastrointestinal e interferindo negativamente no consumo de MS.

Outro fato que corrobora a constatação acima é que os consumos de FDN da cana-de-açúcar, expressos em % de Peso Corporal (PC), foram de 0,68; 0,58; 0,54; 0,42 e 0,30%PC para os tratamentos com 66; 56,3; 46,6; 36,9 e 27,2% de cana-de-açúcar respectivamente (Tabela 2), que foram inferiores aos encontrados por Rangel et al. (2010), de 0,96; 0,77 e 0,62%PC, para os tratamentos com, respectivamente, 75; 60 e 45% de cana-de-açúcar. Os quais atribuíram a limitação do CMS em função da fibra da cana-de-açúcar.

Quando obtidas as composições efetivas de Proteína Bruta (PB) das dietas experimentais, por meio das relações entre as ingestões de PB e de MS para cada tratamento, é possível observar que esses valores, exceto para inclusão zero de palma OEM, foram um pouco maiores que os das dietas (128,62; 132,62; 132,35; 134,72 e 136,63 g/kgMS, respectivamente), permitindo inferir que os animais ingeriram esse

nutriente em maior quantidade que o proposto; provavelmente por meio de seleção ou pela adesão das partículas de concentrado à palma forrageira, devido à mucilagem natural que essa forrageira possui. E, dessa forma, o consumo de PB ($p=0,0284$) aumentou com a substituição dos volumosos efetuada nas dietas (Tabela 3).

O aumento do consumo de CNF ($p=0,0237$) e a diminuição das ingestões de FDN (0,0366), FDN expresso em % PC (0,0175), e FDNi (0,0005), como pode ser visualizado na Tabela 3, são coerentes com a composição das dietas, em função das proporções dos volumosos utilizados (Tabela 2); uma vez que a cana-de-açúcar possui menores teores de CNF e maiores de FDN em relação à palma OEM.

Apesar da fibra oriunda da cana-de-açúcar ser considerada como de baixa digestibilidade (Rangel et al., 2010; Misso et al., 2013; Freitas, et al., 2011; Lima Júnior et al., 2010; Pinto et al., 2003), o que, em tese, proporciona maior tempo de retenção do alimento no rúmen e redução do consumo (Oliveira et al., 2017), esse comportamento não foi observado nesse trabalho, como já foi discutido anteriormente.

A digestibilidade aparente da PB ($p=0,0184$) apresentou comportamento linear crescente com a inclusão da palma OEM em substituição à cana-de-açúcar (Tabela 3), o que pode ser explicado pelo aumento da ingestão de CNF, que pode ter favorecido o crescimento microbiano, potencializando a digestão dos nutrientes por meio de adequada sincronização entre energia e proteína (Siqueira et al., 2017). Além do fato da digestibilidade da proteína bruta alterar quando se utiliza nitrogênio não proteico (Barros et al., 2018), como ocorreu no presente trabalho.

Tabela 3 – Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes e teor de nutrientes digestíveis totais, em função do nível de inclusão de palma.

| Variável | Nível de inclusão (%) | | | | | EPM | Valor de P | | | |
|-----------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|----------------------------------|------------|--------|---------|--|
| | 0 | 9,7 | 19,4 | 29,1 | 38,8 | | L | Q | Cov | |
| CMS, kg/dia | 7,93 | 8,37 | 8,84 | 9,13 | 8,49 | 0,2924 | 0,1683 | 0,1470 | <0,0001 | |
| CMS, g/kg PC | 26,80 | 26,95 | 29,80 | 29,71 | 28,65 | 0,5363 | 0,0955 | 0,2313 | 0,8753 | |
| CMS, g/kgPC ^{0,75} | 111,06 | 113,09 | 123,41 | 124,30 | 118,50 | 2,4723 | 0,1198 | 0,1998 | 0,1144 | |
| CMO, kg/dia | 7,39 | 7,76 | 8,18 | 8,42 | 7,81 | 0,2706 | 0,2339 | 0,1530 | <0,0001 | |
| CPB, kg/dia | 1,02 | 1,11 | 1,17 | 1,23 | 1,16 | 0,0385 | 0,0284 | 0,1389 | 0,0001 | |
| CCNF, kg MS/dia | 4,33 | 4,62 | 4,95 | 5,21 | 4,94 | 0,1720 | 0,0237 | 0,1798 | <0,0001 | |
| CFDN, kg MS/dia | 2,32 | 2,31 | 2,34 | 2,25 | 1,94 | 0,0813 | 0,0366 | 0,1162 | 0,0002 | |
| CFDN, %PC | 0,79 | 0,74 | 0,79 | 0,73 | 0,65 | 0,0175 | 0,0175 | 0,1932 | 0,7899 | |
| CFDNi kg MS/dia | 1,44 | 1,36 | 1,33 | 1,24 | 1,00 | 0,0568 | 0,0005 | 0,1715 | 0,0002 | |
| CNDT, kg MS/dia | 5,27 | 5,94 | 6,07 | 6,36 | 6,16 | 0,2239 | 0,0691 | 0,2564 | 0,0008 | |
| DMO, g/kg | 647,66 | 695,66 | 670,75 | 685,67 | 716,78 | 0,9816 | 0,0743 | 0,9403 | 0,9033 | |
| DPB, g/kg | 618,17 | 700,02 | 693,21 | 709,66 | 773,87 | 1,9746 | 0,0184 | 0,9343 | 0,1910 | |
| DCNF, g/kg | 897,59 | 923,79 | 888,80 | 910,86 | 896,25 | 0,7016 | 0,7806 | 0,7110 | 0,8647 | |
| DFDN, g/kg | 267,00 | 298,92 | 262,07 | 209,54 | 278,44 | 2,1253 | 0,6832 | 0,7622 | 0,7409 | |
| | R ² (%) | | | | | Equação de regressão | | | | |
| CPB, kg MS/dia | 68,34 | | | | | $\hat{Y} = 1,05496 + 0,00227*X$ | | | | |
| CCNF, kg MS/dia | 70,80 | | | | | $\hat{Y} = 4,44858 + 0,01227*X$ | | | | |
| CFDN, kg MS/dia | 61,17 | | | | | $\hat{Y} = 2,39859 - 0,00565*X$ | | | | |
| CFDN, %PC | 69,10 | | | | | $\hat{Y} = 0,796 - 0,00189*X$ | | | | |
| CFDNi, kg MS/dia | 87,49 | | | | | $\hat{Y} = 1,47158 - 0,00678*X$ | | | | |
| DPB, g/kg | 84,63 | | | | | $\hat{Y} = 63,47768 + 0,21840*X$ | | | | |

L = efeito linear; Q = efeito quadrático; R² = coeficiente de determinação; Cov = co-variável (PCi); CMS = consumo de matéria seca; CPB = consumo de proteína bruta; CCNF= consumo de carboidratos não fibrosos; CFDN = consumo de fibra em detergente neutro; CNDT= consumo de nutrientes digestíveis totais; DMO= digestibilidade de matéria orgânica; DPB= digestibilidade de proteína bruta; DFDN= digestibilidade de fibra em detergente neutro; NDT= nutrientes digestíveis totais.

Não houve efeito da substituição da cana-de-açúcar pela palma OEM para nenhuma variável referente ao comportamento ingestivo dos animais (Tabela 4). Os tempos despendidos em alimentação e ruminação não foram alterados, com reflexos nas respectivas eficiências, por serem calculadas pelas relações entre as ingestões de cada nutriente e os tempos de alimentação ou ruminação, respectivamente. Esse

comportamento também foi observado por outros autores (Costa et al., 2011; Oliveira et al., 2007; Mendonça et al., 2004) para vacas leiteiras alimentadas com diferentes níveis de cana-de-açúcar.

Tabela 4 - Comportamento ingestivo de novilhas em função do nível de inclusão de palma O.E.M.

| Variável | Nível de inclusão (%) | | | | | EPM | Valor de P | | |
|-------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|--------|--------|
| | 0 | 9,7 | 19,4 | 29,1 | 38,8 | | L | Q | Cov |
| Alimentando (h/d) | 4,08 | 3,92 | 4,33 | 3,75 | 3,67 | 0,1441 | 0,3671 | 0,5224 | 0,3933 |
| Ruminando (h/d) | 8,33 | 8,21 | 8,71 | 7,92 | 7,67 | 0,1765 | 0,2127 | 0,3132 | 0,2920 |
| Ócio (h/dia) | 11,54 | 11,92 | 10,79 | 12,29 | 12,67 | 0,2782 | 0,1857 | 0,2594 | 0,1592 |
| EAMS (kg MS/h) | 2,06 | 2,15 | 2,15 | 2,46 | 2,33 | 0,1166 | 0,2570 | 0,8767 | 0,0094 |
| ERMS (kg MS/h) | 0,96 | 1,03 | 1,03 | 1,16 | 1,12 | 0,0474 | 0,0742 | 0,7849 | 0,0006 |
| EAFDN (kg FDN/h) | 0,61 | 0,59 | 0,57 | 0,61 | 0,53 | 0,0313 | 0,5067 | 0,7804 | 0,0128 |
| ERFDN (kg FDN/h) | 0,28 | 0,28 | 0,27 | 0,29 | 0,26 | 0,0119 | 0,4634 | 0,6237 | 0,0009 |

L = efeito linear; Q = efeito quadrático; Cov = co-variável (PCi); EAMS = eficiência de alimentação em função da matéria seca; ERMS= eficiência de ruminação em função da matéria seca; EAFDN= eficiência de alimentação em função da fibra em detergente neutro; ERFDN= eficiência de ruminação em função da fibra em detergente neutro.

Como pode ser observado na Tabela 3, o consumo de MS não foi influenciado pelos tratamentos. Por outro lado, o consumo de FDN diminuiu na medida em que a palma OEM foi incluída na dieta dos animais. Nesse contexto, era esperado um maior tempo de ruminação para a dieta com mais fibra, ou uma eficiência maior de ruminação em função da FDN, devido ao maior consumo deste. Uma possível explicação para esse comportamento observado é o baixo teor de FDN das dietas em geral, que promoveram baixos consumos de FDN, expressos em % PC, para todas as dietas estudadas.

O desempenho e as medidas morfométricas das novilhas não foram influenciados pelos tratamentos, como apresentado na Tabela 5. Esses resultados podem ser explicados pelos consumos de nutrientes. Tendo em vista que não ocorreu um aumento nos consumos de MS e NDT, todos os animais tiveram as mesmas condições para ganho de peso, e o aumento no consumo de PB pode ter sido compensado nos

menores níveis por um maior aporte de proteína microbiana, como encontrado por Barros et al. (2018), equiparando, assim, as condições para ganho de peso e conversão alimentar.

Tabela 5 - Desempenho e medidas biométricas de novilhas em função do nível de inclusão de Palma O.E.M.

| Variável | Nível de inclusão (%) | | | | | EPM | L | Q | Cov |
|-----------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | 0 | 9,7 | 19,4 | 29,1 | 38,8 | | | | |
| PC inicial (kg) | 249,00 | 258,50 | 241,25 | 251,25 | 245,50 | 7,6475 | | | |
| PC final (kg) | 342,00 | 364,50 | 349,75 | 363,25 | 345,50 | 8,6268 | 0,8155 | 0,0882 | <0,0001 |
| GPT (kg) | 93,00 | 106,00 | 108,50 | 112,00 | 100,00 | 3,4073 | 0,4218 | 0,1078 | 0,6941 |
| GPD (kg) | 1,09 | 1,25 | 1,28 | 1,32 | 1,18 | 0,0401 | 0,4218 | 0,1079 | 0,6941 |
| CA | 7,38 | 6,79 | 6,88 | 7,06 | 7,20 | 0,2331 | 0,9429 | 0,2924 | 0,0005 |
| AC ganho (cm) | 5,38 | 5,75 | 5,38 | 5,50 | 5,13 | 0,3084 | 0,7422 | 0,7110 | 0,1168 |
| AG ganho (cm) | 5,38 | 4,88 | 4,88 | 6,25 | 4,63 | 0,3724 | 0,9647 | 0,7937 | 0,5285 |
| CC ganho (cm) | 8,63 | 11,13 | 10,00 | 9,88 | 10,00 | 0,6828 | 0,6600 | 0,3580 | 0,0003 |
| PT ganho (cm) | 15,63 | 18,00 | 18,38 | 17,00 | 18,25 | 0,5391 | 0,2444 | 0,3504 | 0,0889 |

L = efeito linear; Q = efeito quadrático; R² = coeficiente de determinação; Cov = co-variável (PCi); PC= peso corporal; GPT= ganho de peso total; GPD= ganho de peso diário; CA= conversão alimentar; AC= altura da cernelha; AG= altura da garupa; CC= comprimento do corpo; PT= perímetro torácico.

Dessa forma, mesmo sem o consumo de MS ter sido influenciado pela inclusão de palma OEM, em virtude do aumento das ingestões de PB e CNF, provavelmente pode ter havido suprimento energético suficiente para promover maior retenção de nitrogênio com reflexo no ganho em peso. Episódio que não variou em função dos tratamentos, mas resultou em ganhos diários bastante expressivos e maiores que o previsto, os quais foram de 700g/dia.

Um ganho de peso diário de 700g na recria é fundamental para que a idade ao primeiro parto seja inferior a 24 meses, aumentando assim a eficiência do rebanho. O ganho médio de 1,22kg/dia pode ser considerado elevado para esse período, uma vez que próximo dos 350kg de peso vivo se dá o desenvolvimento da glândula mamária, e

ganhos elevados podem ocasionar deposição de gordura nesse tecido, comprometendo, assim, a produtividade da futura matriz (Schafhäuser Jr., 2006).

Esses expressivos ganhos em peso em todos os tratamentos se deram pelo fato de que os consumos de MS foram maiores do que o esperado, e com o consumo de PB compatível com o recomendado pelo NRC 2001 para o ganho de peso médio observado (1,22kg/dia) e o consumo de NDT maior que o predito (Tabela 6).

Tabela 6 – Consumos de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB) e de nutrientes digestíveis totais (CNDT) observados e preditos pelo NRC (2001) para os ganhos em peso obtidos

| Níveis | CMS | | CPB | | CNDT | |
|--------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| | Predito | Observado | Predito | Observado | Predito | Observado |
| 0 | 7,01 | 7,93 | 1,010 | 1,02 | 4,95 | 5,27 |
| 14,7 | 7,30 | 8,37 | 1,104 | 1,11 | 5,54 | 5,94 |
| 29,4 | 7,01 | 8,84 | 1,093 | 1,17 | 5,40 | 6,07 |
| 44,1 | 7,22 | 9,13 | 1,128 | 1,23 | 5,66 | 6,36 |
| 58,8 | 7,01 | 8,49 | 1,049 | 1,16 | 5,16 | 6,16 |

Porém, os ganhos de peso observados no presente trabalho podem ter mínimos efeitos no desenvolvimento da glândula mamária, segundo Withlocket al. (2002). Uma vez que esses autores recomendam considerar a relação gPB/Mcal de EM entre 50 a 70 e, dessa forma, o acúmulo de gordura, que seria prejudicial ao bom desenvolvimento da glândula, é minimizado. Neste trabalho que está sendo explanado, essa relação ficou entre 50,44 e 53,88 gPB/Mcal de EM.

4. Conclusão

Mediante os resultados encontrados, a substituição de cana-de-açúcar, de baixo teor de fibra em detergente neutro, por palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana promove elevado consumo de matéria seca, possibilitando ganhos em peso expressivos

em novilhas da raça Holandesa. O que serve como estratégia para atingirem idade ao primeiro parto inferior a 24 meses para reposição de matrizes, sem perspectivas de comprometimento de sua vida útil. Ficando, ao critério de tomada de decisão, a disponibilidade e o preço dos volumosos disponíveis na região.

5. Referências bibliográficas

- BARROS, L. J.A., FERREIRA, M. A., OLIVEIRA, J. C. V., et al. Replacement of Tifton hay by spineless cactus in Girolando post-weaned heifers` diets. **Tropical Animal Health and Production**. V.50,149-154, 2018.
- BOULTON, A. C., RUSHTON, J., WATHES, D. C., An empirical analysis of the cost of rearing dairy heifers from birth to first calving and the time taken to repay these costs. **Animal**. 11, 1372–1380, 2017
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.335-342, 2008.
- CAETANO, G. A. O., CAETANO JUNIOR, M. B., OLIVEIRA, M. D., et al. Possibilidades de utilização da cana-de-açúcar na alimentação de novilhas leiteiras. **Pubvet**, v.10, p. 721-794, 2016.
- COSTA, L. T., SILVA, F. F., VELOSO, C.M., et al., Comportamento ingestivo de vacas alimentadas com cana-de-açúcar e diferentes níveis de concentrado, **Archivos de Zootecnia**. V.60 p. 265-273. 2011
- CRUZ, L. R., GERASEEV, L. C., CARMO, T. D., et al. Características agronômicas e composição bromatológica de variedades de cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**. v. 30, p. 1779-1786. 2014
- DETMANN E., SOUZA M.A., VALADARES FILHO S.C., QUEIROZ A.C., et al. **Métodos para análise de alimentos**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema. 214, 2012.

- FREITAS, A.W.P., ROCHA, F. C., ZONTA, A., et al. Desempenho de novilhos recebendo dietas à base de cana-de-açúcar in natura ou hidrolisada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2532-2537, 2011.
- HALL, M. B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. Gainesville: University of Florida, 2000.
- LIMA JÚNIOR, D. M., MONTEIRO, P. B. S., RANGEL, A. H. N. et al., Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes, **Revista Verde**, v.5, p.13 – 20, 2010.
- MARTIN, P., BATESON, P., Measuring behavior: An introductory guide. 2nd ed. New York, **Cambridge University Press**. 222p. 1993.
- MENDONÇA, S.S., CAMPOS, J.M.S., VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33: p.723-728, 2004.
- MISSO, R. L., OLIVEIRA, M. D. S., SFORCINI, M. P. R., et al. Consumo de matéria seca e desempenho de novilhas Nelore alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar hidrolisada, **Ciência Rural**, online, 2013.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington, D.C., p.381 2001.
- OLIVEIRA, A.S., CAMPOS, J.M.S., VALADARES FILHO, S.C. et al. Substituição do milho pela casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: comportamento ingestivo, concentração de nitrogênio ureico no plasma e no leite, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36: p.205-215, 2007.
- OLIVEIRA, J. P. F., FERREIRA, M. A., ALVES, A. M. S. V., et al. Spineless cactus as a replacement for sugarcane in the diets of finishing lambs. **Tropical Animal Health and Production**. v.49, 139-144, 2017.
- PINTO, A. P., PEREIRA, E. S., MIZUBUTI, I. Y., Características nutricionais e formas de utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Ciências Agrárias, Londrina**, v. 24, 73-84, 2003.
- RANGEL, A. H. N., CAMPOS, J. M. S., OLIVEIRA, A. S., et al. Desempenho e parâmetros nutricionais de fêmeas leiteiras em crescimento alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, 2518-2526, 2010.

SCHAFHÄUSER JR., J. Desenvolvimento da glândula mamária durante a recria e sua influência no potencial produtivo de fêmeas leiteiras. **Revista da FZVA**. v.13, 128-148. 2006.

SIQUEIRA, M. C. B., FERREIRA, M. A., MONNERAT, J. P. I. S., 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.

WHITLOCK, B. K., VANDEHAAR, M. J., SILVA, L. F. P., et al. Effect of dietary protein on pre pubertal mammary development in rapidly growing dairy heifers. **Journal of Dairy Science**.v.85, 1516–1525, 2002.

Capítulo 2

Efeitos nutricionais da palma forrageira (*Opuntia stricta* Haw) em substituição à silagem de sorgo na alimentação de ovinos.

Efeitos nutricionais da palma forrageira (*Opuntia stricta* Haw) em substituição à silagem de sorgo na alimentação de ovinos

Resumo

O objetivo desse estudo foi avaliar a substituição da silagem de sorgo pela palma orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta* Haw) na dieta de ovinos mestiços, quanto ao consumo e digestibilidade dos nutrientes, ao comportamento ingestivo e balanço de nitrogênio. Cinco ovinos machos, com peso médio inicial de $52,9 \pm 6,0$ kg, foram arranjados em Quadrado Latino 5x5. Os consumos de matéria seca (CMS), de matéria orgânica (CMO), de carboidratos não fibrosos (CCNF) e de nutrientes digestíveis totais (CNDT), além das digestibilidades de matéria seca (MS) e de carboidratos não fibrosos (CNF) aumentaram com a substituição da silagem de sorgo pela palma orelha de elefante mexicana (OEM). Enquanto o consumo de fibra em detergente neutro (CFND) diminuiu. O comportamento ingestivo sofreu influência da substituição avaliada, apresentando diminuição nos tempos de alimentação e ruminação, e, conseqüentemente, aumento no tempo de ócio, e o tempo de mastigação diminuiu. As eficiências de alimentação e ruminação em função do teor de MS aumentaram. Já o balanço de nitrogênio não foi influenciado pela substituição da silagem de sorgo pela palma OEM. A substituição da silagem de sorgo pela palma OEM em até 80% pode ser indicada para alimentação de ovinos.

Palavras chave: Balanço de nitrogênio, comportamento ingestivo, consumo, digestibilidade.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the substitution of sorghum silage by the *Orelha de Elefante Mexicana* spineless cactus (*Opuntia stricta* Haw) in the diet of crossbred sheep in terms of consumption, digestibility, ingestive behavior and nitrogen balance. Five male sheep with initial body weight of 52.9 ± 6.0 kg were arranged in a 5x5 Latin square. The dry matter intake (CMS), organic matter (CMO), non-fibrous carbohydrates (CCNF) and total digestible nutrients (CNDT), MS, and CNF digestibility increased with the replacement of sorghum silage by the OEM palm, as the consumption of neutral detergent fiber (CFND) decreased as expected. The ingestive behavior was influenced by the evaluated substitution, presenting a decrease in feeding and rumination times, and consequently an increase in leisure time. The chewing and rumination efficiencies of DM also increased with substitution. The nitrogen balance was not influenced by the substitution of sorghum silage by the OEM palm, which can be explained by the fact that CPB and DPB did not change. The low retention of nitrogen can be explained by the fact that the animals used have already reached maturity. It can be concluded that the substitution of sorghum silage by the Mexican elephant ear palm can be indicated for feeding sheep.

Key words: Nitrogen balance, ingestive behavior, consumption, digestibility.

1. Introdução

O semiárido brasileiro ocupa uma grande área da região Nordeste e é caracterizado por apresentar regime de chuvas irregulares, com solos rasos e vegetação xerófila, as quais são resistentes a grandes períodos de estiagem.

O período de seca prolongado promove queda na produção animal e compromete a oferta regular de produtos devido à disponibilidade e à qualidade de forragem serem reduzidas. Bem como maior predisposição dos animais a contrair doenças, ou até a morrerem. Por isso, tem se buscado alternativas na alimentação visando o aumento da produtividade durante os períodos de estiagem.

Nesse contexto, a palma forrageira pode ser considerada como fundamental na alimentação volumosa de ruminantes em regiões semiáridas, pois uma série de trabalhos tem sido conduzida para avaliar a substituição de volumosos tradicionais na alimentação de ruminantes por essa forrageira e tem obtido resultados satisfatórios.

Recentemente, Oliveira et al. (2017) avaliaram a substituição de cana-de-açúcar por palma Miúda para ovinos, e obtiveram ganhos superiores a 150g/dia com a substituição total em dietas com relação 48:52 de volumoso:concentrado, como também observaram que o uso da palma reduziu a ingestão de água na sua forma líquida pelos animais. Outros autores também obtiveram respostas satisfatórias com a utilização de palma forrageira cultivar Miúda em dietas para ovinos (Cardoso et al., 2016 e Félix et al., 2016).

No semiárido brasileiro, especialmente no Estado de Pernambuco, a palma forrageira mais utilizada na alimentação animal era a Gigante. Contudo, após a seca severa que assolou o Nordeste a partir de 2012, essa forrageira foi atacada pela cochonilha do carmim, o que demandou estudos no intuito de identificar novas

variedades de palma resistentes ao ataque desse inseto e, segundo Rocha et al. (2017), a palma Orelha de Elefante Mexicana se destaca por sua elevada produtividade.

Diante do exposto, a avaliação nutricional dessa forrageira também se torna importante, porque genótipos de palma forrageira, de um modo geral, possuem baixos teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro, sendo, portanto, recomendável seu uso na alimentação animal associado a fontes proteicas e de fibra.

Nesse sentido, o uso de silagens se torna uma importante opção. E o sorgo, além de promover elevada produção de MS por área, é uma forrageira que proporciona silagem de boa qualidade, com elevados teores de NDT e CNF, quando comparada com de outras gramíneas (Skonieskiet al., 2010).

A hipótese desse trabalho é de que existe um nível ideal de substituição da silagem de sorgo pela palma Orelha de Elefante Mexicana na alimentação de ovinos, sem alteração na utilização dos nutrientes.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da substituição da silagem de sorgo pela palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw) na dieta de ovinos mestiços, sobre a ingestão e digestibilidade de matéria seca e seus componentes, o comportamento ingestivo e a eficiência de utilização da proteína, tudo isso por meio da avaliação do balanço nitrogenado.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pequenos Ruminantes II do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Recife, Pernambuco, Brasil. O manejo e o cuidado dos animais foram realizados de acordo com as diretrizes e recomendações do Comitê de Ética em Uso Animal (CEUA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob Licença 069/2016.

Foram utilizados cinco ovinos mestiços, não castrados, canulados no rúmen, com peso vivo médio inicial de $52,9 \pm 6,0$ kg. Os animais foram pesados, identificados e vermifugados antes do período experimental e alojados em baias individuais equipadas com comedouros e bebedouros, distribuídos em delineamento Quadrado Latino 5 x 5. Foram cinco períodos experimentais, nos quais cada período teve duração de 21 dias, sendo 14 para adaptação dos animais às dietas experimentais, e sete dias para coleta de dados e amostras (alimentos, sobras, fezes e urina).

A composição química e as proporções dos ingredientes, bem como a composição química das dietas experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2. As dietas consistiram da inclusão de palma Orelha de Elefante Mexicana - OEM (*Opuntia stricta* Haw) nos níveis de 0; 20,0; 40,0; 60,0 e 80,0 % do volumoso, em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Foram utilizados ureia e sulfato de amônia (SA), na proporção de 9:1, para ajustar os teores de proteína bruta (PB) para 140 g/kg de MS.

A palma forrageira foi cortada e picada diariamente e, em seguida, fornecida aos animais. A silagem de sorgo ensacada foi adquirida no mercado local e, após a abertura desses sacos, foi armazenada em recipientes hermeticamente fechados. A avaliação do conteúdo de matéria seca (MS) de palma foi realizada semanalmente para ajustar a quantidade de alimento permitida aos animais. A mistura de ingredientes foi realizada manualmente nos comedouros.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

| Nutrientes | Silagem de Sorgo | Palma OEM | Milho | Farelo de soja | Caroço de Algodão | Sal Comum | Mistura Mineral | Ureia |
|-----------------|------------------|-----------|-------|----------------|-------------------|-----------|-----------------|-------|
| MS (g/kg MN) | 337,3 | 107,0 | 883,7 | 867,2 | 882,7 | - | - | - |
| MO (g/kg MS) | 893,6 | 867,6 | 966,1 | 905,8 | 947,6 | - | - | - |
| MM (g/kg MS) | 106,4 | 132,4 | 33,9 | 94,2 | 52,4 | - | - | - |
| PB (g/kg MS) | 72,7 | 36,4 | 108,1 | 563,3 | 252,9 | - | - | 265,0 |
| EE (g/kg MS) | 15,7 | 14,4 | 38,0 | 1,4 | 180,7 | - | - | - |
| FDN (g/kg MS) | 577,0 | 316,3 | 162,6 | 203,0 | 425,9 | - | - | - |
| FDNcp (g/kg MS) | 516,5 | 275,4 | 139,1 | 184,0 | 386,7 | - | - | - |
| CHT (g/kg MS) | 805,2 | 816,8 | 820,0 | 341,0 | 514,0 | - | - | - |
| CNF (g/kg MS) | 288,7 | 541,4 | 680,9 | 157,0 | 127,3 | - | - | - |

MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; MM= matéria mineral; PB – proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; FDNcp=fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CHT= carboidratos totais; CNF= carboidratos não fibrosos.

A dieta foi fornecida na forma de mistura completa e, para o conhecimento do consumo dos animais, a alimentação foi fornecida duas vezes ao dia (8h e 16h), sendo 50% ofertados pela manhã e 50% à tarde. As sobras foram ajustadas diariamente em torno de 5 a 10% do fornecido e a água esteve permanentemente a disposição. As amostras de silagem de sorgo, de palma OEM, de sobras e de fezes foram secas em estufa com ventilação forçada (55°C/72 horas) e, juntamente com as amostras dos demais alimentos, foram processadas em moinho de facas com peneiras de porosidade de 1 mm, para análises químicas.

As análises de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB) (nitrogênio total x 6,25) e Fibra em Detergente Neutro (FDN) foram realizadas segundo Detmann et al. (2012), nos métodos INCT-CA G-003/1 para MS; INCT-CA N-001/1 para PB e INCT-CA F-002/1 para FDN. Para análise da concentração de Fibra em Detergente Neutro (FDN), as amostras de alimentos, de sobras e de fezes, foram tratadas com alfa amilase

termoestável sem uso de sulfito de sódio. A FDN foi corrigida para cinzas e proteína (FDNcp).

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas

| Ingredientes | Níveis de inclusão (%) | | | | |
|--------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 12,83 | 25,66 | 38,49 | 51,32 |
| Silagem de Sorgo | 65,0 | 52,0 | 39,0 | 26,0 | 13,0 |
| Palma OEM | 0,00 | 12,83 | 25,66 | 38,49 | 51,32 |
| Milho | 17,35 | 17,35 | 17,35 | 17,35 | 17,35 |
| Farelo Soja | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Caroço de Algodão | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| Ureia/SA ^a | 0,15 | 0,32 | 0,49 | 0,66 | 0,83 |
| Sal Comum | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Sal Mineral ^b | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Composição química | | | | | |
| MS (g/kg MN) | 428,2 | 316,4 | 252,7 | 209,3 | 178,5 |
| MO (g/kg MS) | 912,8 | 908,3 | 905,9 | 904,6 | 899,7 |
| PB (g/kg MS) | 140,0 | 139,7 | 139,5 | 139,2 | 138,9 |
| EE (g/kg MS) | 29,4 | 29,0 | 29,2 | 29,4 | 29,2 |
| FDN (g/kg MS) | 429,3 | 399,1 | 368,2 | 339,7 | 311,6 |
| FDNcp(g/kg MS) | 419,4 | 375,7 | 341,3 | 306,8 | 267,2 |
| CNF (g/kg MS) | 318,9 | 364,4 | 400,8 | 439,3 | 477,5 |
| CHT (g/kg MS) | 738,2 | 740,0 | 742,1 | 746,0 | 744,8 |
| NDT* (g/kg MS) | 734,8 | 709,8 | 740,7 | 771,2 | 787,6 |

MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; FDNcp=fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CNF= carboidratos não fibrosos; CHT= carboidratos totais; NDT – nutrientes digestíveis totais.

*valor calculado.

^a9 partes de ureia e 1 parte de Sulfato de amônia (SA).

^bNutrientes por kg do produto: Ca (min) - 223g, Ca (max) – 253g, P – 75g, S – 10g, Mg – 5g, K – 60g, Na – 90g, Co – 20mg, Fe – 400mg, I – 40mg, Mn – 1.848mg, Se – 24mg, Zn – 3.060mg.

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo equação proposta por Detmann & Valadares Filho (2010), sendo: $CNF = MO - EE - FDNcp - (PB - PBu + Ur)$, em que $PBu = PB$ oriunda da ureia (% da MS); e $Ur =$ teor de ureia nas rações (% da MS).

Para quantificação da matéria seca fecal foi utilizado o método de coleta total de fezes. Essa coleta foi efetuada utilizando-se sacolas coletoras que estavam presas aos animais, por um período de três dias. Durante o período de coleta, as fezes foram pesadas e foram separados 20% de amostras, que foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificadas, e acondicionadas em freezer com temperatura média de -15°C para posteriores análises. Foram efetuadas amostras compostas por cada animal com o total das fezes coletadas.

Durante três dias de cada período de coleta, e após o fornecimento da dieta matinal, foi realizada a coleta total de urina (24 horas). Para tanto, foram acoplados funis coletores, dotados de mangueiras, aos órgãos genitais dos animais, para condução da urina até um recipiente contendo 100 mL de solução de ácido sulfúrico a 10%. Ao final de cada período de coleta foram determinados o peso e volume total de urina, cuja amostra foi homogeneizada. Em seguida, foram retiradas alíquotas de aproximadamente 100 ml, acondicionadas em frascos plásticos devidamente identificados (uma amostra composta por animal) e imediatamente congeladas a -5°C, para posterior quantificação dos compostos nitrogenados.

Para a estimativa da digestibilidade dos nutrientes (DMS, DMO, DPB, DEE, DFDN e DCNF) o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) foi calculado conforme a seguir:

$$CDA = \frac{\text{Consumo de nutrientes} - \text{quantidade excretada nas fezes}}{\text{Consumo de nutrientes}} \times 100$$

As observações relativas ao comportamento ingestivo dos animais foram realizadas utilizando o método de varredura instantânea proposto por Martin & Bateson (1993). Os animais foram observados a cada 10 min por 24h, começando imediatamente após a alimentação matinal. A atividade de cada animal foi registrada como ruminção,

alimentação e ócio. As eficiências de alimentação e ruminação (kg/h) de MS ou FDN foram calculadas dividindo a ingestão de cada um desses nutrientes pelo tempo total de alimentação (eficiência alimentar) ou tempo de ruminação (eficiência de ruminação).

O balanço de nitrogênio (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido (N ingerido) e total de nitrogênio excretado nas fezes (N fecal) e na urina (N urinário). A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi de acordo com a metodologia descrita por Detmann et al. (2012).

O delineamento experimental utilizado foi Quadrado Latino, com cinco tratamentos (0; 20,0; 40,0; 60,0 e 80,0% de inclusão de palma OEM em substituição à silagem de sorgo). Os dados foram analisados estatisticamente usando as opções PROC GLM e PROC REG no software SAS (versão 9.2), no nível de 5% de probabilidade para o erro tipo I, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + a_j + p_k + \epsilon_{ijk}$$

Onde, Y_{ijk} é a variável dependente medida em animal j que foi submetido ao tratamento i no período k ; μ é a média geral; T_i é o efeito fixo do tratamento i ; a_j é o efeito aleatório do animal j ; p_k é o efeito aleatório do período k ; e ϵ_{ijk} é o erro aleatório não observado assumindo a distribuição normal.

Após a análise da variância, foi avaliado o significado dos efeitos lineares e quadráticos obtidos com a inclusão de palma OEM que substituem a silagem de sorgo. Um valor de significância de 0,05 foi adotado como o valor crítico da probabilidade de erro de tipo I. O coeficiente de determinação (R^2) foi obtido pela relação entre a soma do quadrado da regressão e a soma de quadrado do tratamento.

3. Resultados e Discussão

O Consumo de Matéria Seca (CMS) foi influenciado pela substituição da silagem de sorgo pela Palma OEM, assim como o de Fibra em Detergente Neutro (FDN), em kg/dia (Tabela 3). Tal comportamento é justificado pela diminuição observada do consumo de FDN, em que o tempo de permanência da fibra não digerida no rúmen é reduzido, aumentando a taxa de passagem pelo trato gastrintestinal e interferindo positivamente no CMS e, conseqüentemente, no CMO (Oliveira et al., 2017).

Porém, esse aumento na taxa de passagem não foi suficiente para diminuir a DMS, que foi influenciada positivamente com a substituição estudada. Esse fato pode estar relacionado com uma elevada proliferação de microrganismos no rúmen que possibilitou o aumento da DMS observada, uma vez que os carboidratos não fibrosos das dietas aumentaram na medida em que a palma OEM substituiu a silagem de sorgo (Tabelas 1 e 2).

O consumo de Proteína Bruta (PB) não foi influenciado pela substituição avaliada, mesmo com o aumento do consumo de MS. Ressalta-se que as dietas foram formuladas para serem isoproteicas com 14% de PB, mas é possível observar que as concentrações de PB das dietas efetivamente consumidas foram de 148; 145; 144; 142; 141g/kg de matéria seca, respectivamente, para os tratamentos de 0 a 80% de substituição. Ou seja, havia um pouco mais de proteína disponível aos animais na dieta sem palma OEM, comparativamente aos demais tratamentos, e o CMS se comportou de forma inversa. Esse fato pode ter contribuído para a não influência da substituição dos volumosos sobre a ingestão de PB.

Os consumos de Carboidratos Não Fibrosos (CNF) e de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) foram influenciados inversamente ao de FDN, como era esperado, uma vez que palma forrageira é um volumoso rico em energia.

Tabela 3 – Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes e teor de nutrientes digestíveis totais, em função do nível de inclusão de palma O.E.M.

| Variável | Nível de inclusão (%) | | | | | EPM | Valor de P | |
|-------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|---------------------------------|------------|--------|
| | 0 | 12,83 | 25,66 | 38,49 | 51,32 | | L | Q |
| CMS, kg/dia | 1,119 | 1,243 | 1,231 | 1,305 | 1,278 | 0,032 | 0,0065 | 0,1426 |
| CMO, kg/dia | 1,022 | 1,129 | 1,116 | 1,180 | 1,150 | 0,029 | 0,0118 | 0,1368 |
| CPB, kg MS/dia | 0,166 | 0,180 | 0,177 | 0,185 | 0,180 | 0,004 | 0,0771 | 0,2052 |
| CCNF, kg MS/dia | 0,357 | 0,453 | 0,494 | 0,573 | 0,611 | 0,022 | <0,0001 | 0,3063 |
| CFDN, kg MS/dia | 0,481 | 0,496 | 0,453 | 0,443 | 0,398 | 0,013 | 0,0001 | 0,0774 |
| CFDNcp, kg MS/dia | 0,421 | 0,326 | 0,341 | 0,240 | 0,378 | 0,014 | <0,0001 | 0,0980 |
| CNDT, kg MS/dia | 0,823 | 0,882 | 0,912 | 1,006 | 1,007 | 0,028 | 0,0006 | 0,6600 |
| DMS, g/kg | 761,41 | 727,90 | 754,99 | 784,84 | 797,97 | 0,900 | 0,0413 | 0,1793 |
| DPB, g/kg | 787,87 | 742,68 | 772,48 | 786,09 | 818,86 | 0,900 | 0,1050 | 0,0730 |
| DCNF, g/kg | 813,61 | 830,76 | 852,60 | 879,17 | 891,46 | 82,200 | 0,0006 | 0,9259 |
| DFDN, g/kg | 698,36 | 618,38 | 638,32 | 680,73 | 672,10 | 1,300 | 0,9721 | 0,1342 |
| DFDNcp, g/kg | 729,19 | 686,04 | 708,60 | 697,45 | 721,71 | 103,100 | 0,6707 | 0,1146 |
| | R ² (%) | | | | | Equação de regressão | | |
| CMS | 11,75 | | | | | $\hat{Y} = 1,15942 + 0,0019*X$ | | |
| CMO | 9,64 | | | | | $\hat{Y} = 1,05773 + 0,00154*X$ | | |
| CCNF | 66,00 | | | | | $\hat{Y} = 0,3744 + 0,00311*X$ | | |
| CFDN | 23,12 | | | | | $\hat{Y} = 0,49773 - 0,00109*X$ | | |
| CFDNcp | 44,21 | | | | | $\hat{Y} = 0,4852 - 0,00164*X$ | | |
| CNDT | 26,50 | | | | | $\hat{Y} = 0,826 + 0,00249*X$ | | |
| DMS | 17,90 | | | | | $\hat{Y} = 739,42 + 0,6503*X$ | | |
| DCNF | 51,42 | | | | | $\hat{Y} = 812,6880 + 1,0206*X$ | | |

L = efeito linear; Q = efeito quadrático; R² = coeficiente de determinação; Cov = co-variável (PCi); CMS = consumo de matéria seca; CPB = consumo de proteína bruta; CCNF= consumo de carboidratos não fibrosos; CFDN = consumo de fibra em detergente neutro; CNDT= consumo de nutrientes digestíveis totais; DPB= digestibilidade da proteína bruta; DFDN= digestibilidade da fibra em detergente neutro; NDT= nutrientes digestíveis totais.

O aumento da digestibilidade do CNF foi influenciado pela inclusão da palma OEM, provavelmente por sua maior digestibilidade. Tal comportamento pode ser

explicado pelo melhor equilíbrio dos microrganismos no rúmen, uma vez que a fibra da silagem de sorgo garantia a manutenção da atividade dos microrganismos fibrolíticos (Lins et al., 2017).

Houve efeito da substituição da silagem de sorgo pela palma OEM para todas variáveis referentes ao comportamento ingestivo dos animais (Comendo, Ruminando, Ócio e Mastigação), conforme Tabela 4, que pode ter sido em função da diminuição do CFDN, mesmo com o aumento do CMS. Devido à maior taxa de passagem dos alimentos, os tempos gastos com alimentação e ruminação foram menores, consequentemente diminuindo o tempo de mastigação total e aumentando o tempo de ócio.

As eficiências de alimentação e ruminação em função da MS também foram influenciadas pela substituição da silagem de sorgo pela palma OEM, o que também era esperado, uma vez que essa substituição resultou no aumento de CMS e na diminuição dos tempos despendidos com alimentação e ruminação. Já as eficiências de alimentação e ruminação em função da FDN não foram influenciadas em virtude da diminuição do CFDN e dos tempos de alimentação e ruminação, cuja razão permaneceu equilibrada.

O consumo de nitrogênio (N) e as excreções de N nas fezes e na urina não foram influenciados pelas dietas, e, consequentemente, o N retido, como observado na Tabela 5. O que pode ser explicado pelo fato de que as dietas foram elaboradas para serem isoproteicas e para não ocorrer variação no consumo, nem na digestibilidade da PB, como apresentado na Tabela 3.

Tabela 4 - Comportamento ingestivo de ovinos em função do nível de inclusão de palma O.E.M.

| Variável | Nível de inclusão (%) | | | | | EPM | Valor de P | |
|----------------------|-----------------------|-------|-----------|-------|-------|--------|-----------------------------------|--------|
| | 0 | 12,83 | 25,66 | 38,49 | 51,32 | | L | Q |
| Comendo (min/d) | 214 | 178 | 178 | 158 | 162 | 6,904 | 0,0109 | 0,2423 |
| Ruminando (min/d) | 398 | 414 | 360 | 354 | 308 | 17,404 | 0,0288 | 0,5190 |
| Ócio (min/dia) | 828 | 848 | 904 | 928 | 970 | 19,942 | 0,0053 | 0,9261 |
| Mastigação (min/dia) | 612 | 592 | 538 | 512 | 470 | 19,926 | 0,0049 | 0,9003 |
| EAMS (kg MS/h) | 5,43 | 7,11 | 7,02 | 8,61 | 8,16 | 0,410 | 0,0058 | 0,3116 |
| ERMS (kg MS/h) | 2,34 | 2,84 | 2,57 | 2,93 | 2,54 | 0,129 | 0,0069 | 0,6264 |
| EAFDN (kg FDN/h) | 2,93 | 3,18 | 3,45 | 3,82 | 4,33 | 0,195 | 0,5111 | 0,2138 |
| ERFDN (kg FDN/h) | 1,26 | 1,27 | 1,27 | 1,30 | 1,35 | 0,062 | 0,5989 | 0,7946 |
| | | | R^2 (%) | | | | Equação de regressão | |
| Comendo | | | 26,88 | | | | $\hat{Y} = 202,8 - 0,62 * X$ | |
| Ruminando | | | 15,85 | | | | $\hat{Y} = 414,8 - 1,2 * X$ | |
| Ócio | | | 27,76 | | | | $\hat{Y} = 822,8 + 1,82 * X$ | |
| Mastigação | | | 27,81 | | | | $\hat{Y} = 617,6 - 1,82 * X$ | |
| EAMS | | | 23,97 | | | | $\hat{Y} = 5,87451 + 0,0348 * X$ | |
| ERMS | | | 25,99 | | | | $\hat{Y} = 2,85138 + 0,01721 * X$ | |

L = efeito linear; Q = efeito quadrático; EAMS = eficiência de alimentação na matéria seca; ERMS= eficiência de ruminação da matéria seca; EAFDN= eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro; ERFDN= eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro.

O valor relativamente alto de N na urina e de baixo N retido sugerem que o baixo aproveitamento de N pelos animais se deu pelo fato desses terem atingido a maturidade, de acordo com a curva de crescimento animal. Esses resultados indicam que houve adequada relação energia:proteína das dietas; haja vista que não foi observada influência dos tratamentos na digestibilidade da proteína e no balanço nitrogenado (Hiristov et al., 2005).

Tabela 5 – Consumo e balanço de nitrogênio de ovinos em função do nível de inclusão de palma O.E.M.

| Variável | Nível de inclusão (%) | | | | | EPM | Valor de P | |
|-------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------|------------|--------|
| | 0 | 12,83 | 25,66 | 38,49 | 51,32 | | L | Q |
| N ingerido (kg) | 0,027 | 0,029 | 0,028 | 0,030 | 0,029 | 0,001 | 0,0755 | 0,2090 |
| N Fezes (kg) | 0,006 | 0,007 | 0,006 | 0,006 | 0,005 | 0,001 | 0,4186 | 0,0675 |
| N Urina (kg) | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,014 | 0,011 | 0,001 | 0,5351 | 0,5599 |
| Vol. Urinário (L) | 1,585 | 1,740 | 2,201 | 3,332 | 3,475 | 0,198 | <0,0001 | 0,5778 |
| N Retido | 0,008 | 0,008 | 0,009 | 0,010 | 0,013 | 0,001 | 0,0904 | 0,5418 |
| | R ² (%) | | | | | Equação de regressão | | |
| Vol. Urinário (L) | 60,58 | | | | | $\hat{Y} = 1,4086 + 0,02666 * X$ | | |

L = efeito linear; Q = efeito quadrático; N ingerido = nitrogênio ingerido; N Fezes = nitrogênio excretado nas fezes; N Urina = nitrogênio excretado na urina; Vol. Urinário= volume diário de urina;

O volume urinário apresentou comportamento linear crescente com a inclusão avaliada. Fato esse que pode ser resultado do incremento da palma OEM nas dietas, conforme Tabela 2, visto que é notável a importância da palma forrageira como fonte de água na alimentação dos ruminantes (Neto et al., 2016).

4. Conclusão

Mediante os resultados encontrados, a substituição da silagem de sorgo pela palma orelha de elefante mexicana em até 80% desse volumoso pode ser recomendada para uso na alimentação de ovinos mestiços.

5. Referências bibliográficas

- CARDOSO, D. B.; VÉRAS, R. M. L.; CARVALHO, F. F. R.; et al. Carcass and non-carcass component characteristics of lamb fed with cassava wastewater dregs in replacement of corn. **Ciências Agrárias**, v.37, p.2711-2724, 2016.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. **Métodos para análise de alimentos**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal, Visconde do Rio Branco: Suprema. 214, 2012.
- DETMANN; E.; VALADARES FILHO; S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p. 980-984, 2010.
- FÉLIX; S. C. R.; PESSOA; R. A. S.; FERREIRA; M. A.; et al. Intake, performance, and carcass characteristics of lambs fed spineless cactus replacing wheat bran. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, p.465-468, 2016.
- HRISTOV, A. N.; ROPP, J. K.; GRANDEEN, K. L.; et al. Effect of carbohydrate source on ammonia utilization in lactating dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.83, p.408-421, 2005.
- LINS, S. E. B.; PESSOA, R. A.; FERREIRA, M. A.; et al. Effect of replacing wheat bran with spineless cactus plus urea in sugarcane-based diets for sheep. **South African Journal of Animal Science**, v.47, 2017.
- MARTIN, P.; BATESON, P.; Measuring behavior: An introductory guide. 2nd ed. New York, **Cambridge University Press**, p.222, 1993.
- NETO, J. P.; SOARES, P. C.; BATISTA, A. M. V.; et al. Balanço hídrico e excreção renal de metabólitos em ovinos alimentados com palma forrageira. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.36, p.322-328, 2016.
- OLIVEIRA, J. P. F.; FERREIRA, M. A.; ALVES, A. M. S. V.; et al. Spineless cactus as a replacement for sugarcane in the diets of finishing lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v.49, 139-144, 2017.
- QUEIROZ, M. G.; SILVAT, G. F.; ZOLNIER S.; et al. Relação Hídrico-Econômicas da Palma Forrageira Cultivada em Ambiente Semiárido. **Brazilian Journal of irrigation and drainage**, v.1, p.141-154, 2016.
- ROCHA, R. S.; VOLTOLINI, T. V.; GAVA, C. A. T. Características produtivas e estruturais de genótipos de Palma Forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.66 p.363-371. 2017.

SANTOS, E. T.; SILVA, E. T. S.; MELO, A. A. S.; et al. Acceptability by Girolando heifers and nutritional value of erect prickly pear stored for different periods. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v.52,2017.

SKONIESKI, F. R.; NORNBORG, J. L.; AZEVEDO, E. B.; et al. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, p.27-32, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, a palma Orelha de Elefante Mexicana é uma opção na alimentação de ruminantes a ser considerada, pois, não promoveu diminuição do consumo de material seca e de seus principais componentes. E proporcionou favoráveis condições para desenvolver o potencial produtivo dos animais estudados, devendo ser avaliada a disponibilidade e os custos das forragens disponíveis na região.

APÊNDICES

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|-------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| TRATAMENTO | 0 | 7,73 | 26,93 | 110,83 | 1,00 | 2,27 | 1,43 | 0,79 | 7,21 | 6,49 | 0,13 | 4,22 | 4,73 | 64,20 | 18,65 | 58,85 | 44,27 | 60,90 | 83,58 | 61,14 | NDT |
| | 0 | 6,75 | 26,56 | 106,05 | 0,86 | 2,00 | 1,20 | 0,79 | 6,29 | 5,68 | 0,12 | 3,69 | 4,84 | 63,90 | 33,43 | 70,12 | 46,65 | 73,45 | 95,12 | 71,78 | DCNF |
| | 0 | 9,72 | 29,95 | 127,13 | 1,24 | 2,84 | 1,77 | 0,88 | 9,05 | 8,15 | 0,17 | 5,31 | 6,37 | 60,66 | 22,19 | 63,53 | 53,78 | 66,42 | 90,11 | 65,51 | DCHT |
| | 0 | 7,52 | 23,77 | 100,24 | 0,97 | 2,19 | 1,35 | 0,69 | 7,00 | 6,30 | 0,13 | 4,11 | 5,15 | 58,50 | 32,53 | 66,57 | 57,28 | 70,15 | 90,23 | 68,53 | DEE |
| | 14,7 | 8,63 | 30,33 | 124,58 | 1,15 | 2,37 | 1,40 | 0,83 | 8,00 | 7,13 | 0,16 | 4,76 | 6,32 | 77,36 | 28,69 | 71,65 | 75,37 | 72,39 | 94,19 | 73,20 | DMO |
| | 14,7 | 8,80 | 27,37 | 115,91 | 1,17 | 2,45 | 1,44 | 0,76 | 8,15 | 7,27 | 0,16 | 4,82 | 5,90 | 62,26 | 21,35 | 65,25 | 65,51 | 67,89 | 91,52 | 67,02 | DFDN |
| | 14,7 | 8,67 | 26,68 | 113,29 | 1,14 | 2,41 | 1,44 | 0,74 | 8,04 | 7,19 | 0,16 | 4,78 | 6,16 | 64,55 | 37,14 | 69,66 | 56,48 | 72,64 | 90,57 | 70,99 | DPB |
| | 14,7 | 7,37 | 23,40 | 98,58 | 0,98 | 2,01 | 1,15 | 0,64 | 6,84 | 6,12 | 0,13 | 4,12 | 5,39 | 75,84 | 32,39 | 71,70 | 52,88 | 73,28 | 93,23 | 73,07 | CNDT |
| | 29,4 | 10,18 | 29,13 | 125,96 | 1,33 | 2,70 | 1,57 | 0,77 | 9,45 | 8,43 | 0,18 | 5,73 | 6,44 | 49,44 | 16,68 | 61,87 | 39,91 | 66,58 | 90,07 | 63,21 | CCNF |
| | 29,4 | 9,77 | 30,52 | 129,08 | 1,27 | 2,62 | 1,50 | 0,82 | 9,04 | 8,07 | 0,18 | 5,45 | 7,09 | 83,00 | 29,92 | 71,39 | 70,77 | 71,26 | 91,12 | 72,60 | CEE |
| | 29,4 | 9,35 | 32,92 | 135,14 | 1,25 | 2,45 | 1,37 | 0,86 | 8,63 | 7,67 | 0,17 | 5,22 | 6,77 | 78,49 | 40,29 | 71,13 | 78,37 | 71,51 | 86,18 | 72,42 | CCHT |
| | 29,4 | 6,08 | 26,61 | 103,47 | 0,81 | 1,58 | 0,88 | 0,69 | 5,61 | 4,99 | 0,11 | 3,41 | 3,97 | 66,35 | 17,95 | 63,91 | 57,15 | 65,92 | 88,16 | 65,36 | CMO |
| | 44,1 | 8,28 | 30,26 | 123,08 | 1,13 | 2,05 | 1,11 | 0,75 | 7,63 | 6,74 | 0,16 | 4,68 | 5,79 | 74,64 | 21,61 | 68,89 | 71,79 | 69,68 | 90,76 | 69,90 | CMSPC |
| | 44,1 | 8,24 | 28,85 | 118,60 | 1,11 | 2,02 | 1,10 | 0,71 | 7,59 | 6,72 | 0,15 | 4,70 | 5,74 | 69,87 | 20,62 | 68,58 | 76,21 | 70,04 | 91,30 | 69,71 | CFDni |
| | 44,1 | 9,50 | 28,14 | 120,62 | 1,27 | 2,33 | 1,28 | 0,69 | 8,77 | 7,78 | 0,18 | 5,46 | 6,52 | 75,36 | 6,67 | 67,53 | 64,06 | 68,23 | 94,45 | 68,63 | CFDN |
| | 44,1 | 10,50 | 31,59 | 134,90 | 1,40 | 2,61 | 1,45 | 0,79 | 9,70 | 8,60 | 0,19 | 5,99 | 7,40 | 64,00 | 34,91 | 69,26 | 74,67 | 71,76 | 87,82 | 70,40 | CPB |
| | 58,8 | 9,80 | 30,06 | 127,74 | 1,33 | 2,25 | 1,16 | 0,69 | 9,03 | 7,97 | 0,19 | 5,72 | 7,44 | 76,91 | 36,88 | 75,50 | 70,59 | 76,78 | 92,47 | 75,95 | CMSgkgPC075 |
| | 58,8 | 9,90 | 29,20 | 125,19 | 1,33 | 2,28 | 1,21 | 0,67 | 9,11 | 8,06 | 0,19 | 5,77 | 7,35 | 74,98 | 37,67 | 73,81 | 71,11 | 75,17 | 89,99 | 74,24 | CMSgkgPC |
| | 58,8 | 6,27 | 27,85 | 107,76 | 0,89 | 1,40 | 0,69 | 0,62 | 5,75 | 5,03 | 0,12 | 3,63 | 4,66 | 82,13 | 26,05 | 73,76 | 82,08 | 73,64 | 91,97 | 74,38 | CMS |
| | 58,8 | 7,98 | 27,47 | 113,31 | 1,10 | 1,82 | 0,93 | 0,63 | 7,33 | 6,44 | 0,15 | 4,62 | 5,19 | 75,53 | 10,78 | 63,64 | 78,33 | 63,36 | 84,07 | 64,98 | TRATAMENTO |

Apên
dice
A –
Capit
ulo1;
Cons
umo
e
diges
tibili
dade

| TRATAMENTO | CA | PI | PF | PesOM | GPT | GPD | Aci | Acf | ACT | Agi | Agf | AGT | Cci | CCf | CCT | PTi | PTf | PTT | TRATAMENTO |
|------------|------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------|------|--------|--------|------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|------------|
| 0 | 6,08 | 233,00 | 341,00 | 287,00 | 108,00 | 1,27 | 124,00 | 127,50 | 3,50 | 125,00 | 129,50 | 4,50 | 126,00 | 135,50 | 9,50 | 155,00 | 169,00 | 14,00 | 0 |
| 0 | 5,97 | 206,00 | 302,00 | 254,00 | 96,00 | 1,13 | 114,00 | 120,00 | 6,00 | 118,00 | 121,00 | 3,00 | 118,00 | 129,00 | 11,00 | 147,00 | 162,50 | 15,50 | 0 |
| 0 | 8,70 | 277,00 | 372,00 | 324,50 | 95,00 | 1,12 | 124,00 | 130,50 | 6,50 | 125,00 | 133,00 | 8,00 | 134,00 | 142,50 | 8,50 | 159,00 | 180,00 | 21,00 | 0 |
| 0 | 8,76 | 280,00 | 353,00 | 316,50 | 73,00 | 0,86 | 117,50 | 123,00 | 5,50 | 120,00 | 126,00 | 6,00 | 129,00 | 134,50 | 5,50 | 158,00 | 170,00 | 12,00 | 0 |
| 14,7 | 6,61 | 229,00 | 340,00 | 284,50 | 111,00 | 1,31 | 119,50 | 126,00 | 6,50 | 122,00 | 128,50 | 6,50 | 117,50 | 132,50 | 15,00 | 142,50 | 163,50 | 21,00 | 14,7 |
| 14,7 | 6,08 | 260,00 | 383,00 | 321,50 | 123,00 | 1,45 | 122,00 | 126,00 | 4,00 | 127,00 | 130,50 | 3,50 | 132,00 | 139,00 | 7,00 | 156,50 | 174,00 | 17,50 | 14,7 |
| 14,7 | 8,19 | 280,00 | 370,00 | 325,00 | 90,00 | 1,06 | 118,50 | 122,50 | 4,00 | 123,50 | 125,50 | 2,00 | 130,00 | 138,50 | 8,50 | 158,00 | 174,00 | 16,00 | 14,7 |
| 14,7 | 6,27 | 265,00 | 365,00 | 315,00 | 100,00 | 1,18 | 124,00 | 132,50 | 8,50 | 125,50 | 133,00 | 7,50 | 128,50 | 142,50 | 14,00 | 158,50 | 176,00 | 17,50 | 14,7 |
| 29,4 | 6,92 | 287,00 | 412,00 | 349,50 | 125,00 | 1,47 | 114,00 | 119,00 | 5,00 | 117,50 | 123,00 | 5,50 | 127,00 | 135,00 | 8,00 | 159,00 | 177,00 | 18,00 | 29,4 |
| 29,4 | 7,41 | 264,00 | 376,00 | 320,00 | 112,00 | 1,32 | 123,50 | 128,00 | 4,50 | 125,50 | 131,00 | 5,50 | 127,50 | 135,50 | 8,00 | 156,00 | 175,00 | 19,00 | 29,4 |
| 29,4 | 7,64 | 232,00 | 336,00 | 284,00 | 104,00 | 1,22 | 116,50 | 121,00 | 4,50 | 123,50 | 126,50 | 3,00 | 123,00 | 135,00 | 12,00 | 151,00 | 169,00 | 18,00 | 29,4 |
| 29,4 | 5,56 | 182,00 | 275,00 | 228,50 | 93,00 | 1,09 | 112,50 | 120,00 | 7,50 | 113,50 | 119,00 | 5,50 | 117,00 | 129,00 | 12,00 | 136,00 | 154,50 | 18,50 | 29,4 |
| 44,1 | 5,29 | 207,00 | 340,00 | 273,50 | 133,00 | 1,56 | 115,50 | 123,00 | 7,50 | 119,00 | 126,00 | 7,00 | 119,00 | 134,50 | 15,50 | 142,50 | 162,00 | 19,50 | 44,1 |
| 44,1 | 6,67 | 233,00 | 338,00 | 285,50 | 105,00 | 1,24 | 116,50 | 122,50 | 6,00 | 123,00 | 128,00 | 5,00 | 124,00 | 135,00 | 11,00 | 144,00 | 161,50 | 17,50 | 44,1 |
| 44,1 | 8,50 | 290,00 | 385,00 | 337,50 | 95,00 | 1,12 | 120,50 | 124,50 | 4,00 | 124,50 | 131,00 | 6,50 | 130,00 | 137,50 | 7,50 | 163,00 | 177,50 | 14,50 | 44,1 |
| 44,1 | 7,76 | 275,00 | 390,00 | 332,50 | 115,00 | 1,35 | 124,00 | 128,50 | 4,50 | 126,00 | 132,50 | 6,50 | 129,00 | 134,50 | 5,50 | 164,00 | 180,50 | 16,50 | 44,1 |
| 58,8 | 6,83 | 265,00 | 387,00 | 326,00 | 122,00 | 1,44 | 122,00 | 128,00 | 6,00 | 124,00 | 130,00 | 6,00 | 133,50 | 142,00 | 8,50 | 158,00 | 175,00 | 17,00 | 58,8 |
| 58,8 | 8,02 | 287,00 | 392,00 | 339,50 | 105,00 | 1,24 | 127,00 | 131,00 | 4,00 | 129,00 | 132,00 | 3,00 | 133,00 | 140,00 | 7,00 | 161,00 | 176,50 | 15,50 | 58,8 |
| 58,8 | 6,58 | 185,00 | 266,00 | 225,50 | 81,00 | 0,95 | 108,00 | 113,00 | 5,00 | 112,00 | 116,00 | 4,00 | 117,00 | 131,00 | 14,00 | 133,00 | 153,50 | 20,50 | 58,8 |
| 58,8 | 7,38 | 245,00 | 337,00 | 291,00 | 92,00 | 1,08 | 117,00 | 122,50 | 5,50 | 123,00 | 128,50 | 5,50 | 124,00 | 134,50 | 10,50 | 147,00 | 167,00 | 20,00 | 58,8 |

Apêndice C – Capítulo 1; Comportamento ingestivo

| TRATAMENTO | COMENDO | RUMINANDO | OCIO | AGUA | FEZES | URINA | EAMIS | EAFDN | ERMIS | ERFDN |
|------------|---------|-----------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 3,83 | 8,67 | 11,50 | 0,17 | 0,17 | 0,28 | 2,02 | 0,59 | 0,89 | 0,26 |
| 0 | 4,50 | 8,67 | 10,67 | 0,17 | 0,10 | 0,30 | 1,50 | 0,44 | 0,78 | 0,23 |
| 0 | 3,00 | 7,67 | 13,33 | 0,20 | 0,20 | 0,27 | 3,24 | 0,95 | 1,27 | 0,37 |
| 0 | 5,00 | 8,33 | 10,67 | 0,10 | 0,22 | 0,43 | 1,50 | 0,44 | 0,90 | 0,26 |
| 14,7 | 4,17 | 7,00 | 13,00 | 0,12 | 0,17 | 0,27 | 2,07 | 0,57 | 1,23 | 0,34 |
| 14,7 | 4,17 | 8,83 | 11,00 | 0,10 | 0,30 | 0,22 | 2,11 | 0,59 | 1,00 | 0,28 |
| 14,7 | 3,50 | 8,17 | 12,33 | 0,13 | 0,23 | 0,27 | 2,48 | 0,69 | 1,06 | 0,30 |
| 14,7 | 3,83 | 8,83 | 11,33 | 0,13 | 0,27 | 0,38 | 1,92 | 0,52 | 0,83 | 0,23 |
| 29,4 | 4,50 | 7,67 | 11,83 | 0,15 | 0,17 | 0,27 | 2,26 | 0,60 | 1,33 | 0,35 |
| 29,4 | 4,00 | 9,17 | 10,83 | 0,17 | 0,18 | 0,25 | 2,44 | 0,65 | 1,07 | 0,29 |
| 29,4 | 3,33 | 9,00 | 11,50 | 0,22 | 0,23 | 0,32 | 2,80 | 0,74 | 1,04 | 0,27 |
| 29,4 | 5,50 | 9,00 | 9,00 | 0,25 | 0,27 | 0,37 | 1,11 | 0,29 | 0,68 | 0,18 |
| 44,1 | 3,83 | 7,50 | 12,50 | 0,18 | 0,23 | 0,17 | 2,16 | 0,54 | 1,10 | 0,27 |
| 44,1 | 3,50 | 8,50 | 12,00 | 0,15 | 0,13 | 0,23 | 2,35 | 0,58 | 0,97 | 0,24 |
| 44,1 | 3,17 | 7,00 | 13,83 | 0,07 | 0,25 | 0,23 | 3,00 | 0,73 | 1,36 | 0,33 |
| 44,1 | 4,50 | 8,67 | 10,83 | 0,07 | 0,20 | 0,20 | 2,33 | 0,58 | 1,21 | 0,30 |
| 58,8 | 3,83 | 8,83 | 11,33 | 0,22 | 0,25 | 0,25 | 2,56 | 0,59 | 1,11 | 0,25 |
| 58,8 | 4,17 | 6,83 | 13,00 | 0,20 | 0,18 | 0,35 | 2,38 | 0,55 | 1,45 | 0,33 |
| 58,8 | 3,67 | 8,17 | 12,17 | 0,07 | 0,30 | 0,38 | 1,71 | 0,38 | 0,77 | 0,17 |
| 58,8 | 3,00 | 6,83 | 14,17 | 0,22 | 0,18 | 0,22 | 2,66 | 0,61 | 1,17 | 0,27 |

Apêndice D – Capítulo 2; Consumo e digestibilidade

| Tratamento | Período | Animal | CMS | DMS | CPB | DPB | CEE | DEE | CMO | DMO | CFDN | DFDN | CCNF | DCNF | CCHT | DCHT | CNDT | CFDNcp | DFDNcp |
|------------|---------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|
| 0 | 1 | 2 | 1,21 | 0,85 | 0,18 | 0,84 | 0,04 | 0,91 | 1,11 | 0,87 | 0,48 | 0,81 | 0,39 | 0,89 | 0,86 | 0,84 | 0,91 | 0,47 | 0,72 |
| 0 | 2 | 6 | 1,25 | 0,71 | 0,18 | 0,73 | 0,04 | 0,76 | 1,14 | 0,73 | 0,56 | 0,66 | 0,40 | 0,79 | 0,95 | 0,71 | 0,90 | 0,56 | 0,71 |
| 0 | 3 | 5 | 0,96 | 0,73 | 0,14 | 0,84 | 0,03 | 0,80 | 0,88 | 0,75 | 0,41 | 0,64 | 0,31 | 0,79 | 0,70 | 0,70 | 0,68 | 0,40 | 0,69 |
| 0 | 4 | 4 | 1,15 | 0,79 | 0,17 | 0,82 | 0,03 | 0,86 | 1,05 | 0,80 | 0,51 | 0,75 | 0,37 | 0,81 | 0,87 | 0,77 | 0,89 | 0,50 | 0,79 |
| 0 | 5 | 3 | 1,02 | 0,72 | 0,15 | 0,71 | 0,03 | 0,78 | 0,93 | 0,73 | 0,44 | 0,64 | 0,33 | 0,79 | 0,75 | 0,70 | 0,72 | 0,43 | 0,70 |
| 20 | 1 | 3 | 1,25 | 0,73 | 0,18 | 0,75 | 0,04 | 0,79 | 1,14 | 0,80 | 0,48 | 0,59 | 0,46 | 0,85 | 0,91 | 0,71 | 0,88 | 0,45 | 0,64 |
| 20 | 2 | 2 | 1,31 | 0,75 | 0,19 | 0,76 | 0,04 | 0,78 | 1,19 | 0,76 | 0,52 | 0,66 | 0,48 | 0,84 | 0,94 | 0,73 | 0,92 | 0,47 | 0,66 |
| 20 | 3 | 6 | 1,31 | 0,67 | 0,19 | 0,68 | 0,04 | 0,78 | 1,20 | 0,77 | 0,53 | 0,56 | 0,48 | 0,78 | 0,98 | 0,65 | 0,88 | 0,50 | 0,62 |
| 20 | 4 | 5 | 1,01 | 0,73 | 0,15 | 0,73 | 0,03 | 0,85 | 0,91 | 0,60 | 0,40 | 0,64 | 0,37 | 0,84 | 0,76 | 0,73 | 0,74 | 0,39 | 0,68 |
| 20 | 5 | 4 | 1,33 | 0,75 | 0,19 | 0,78 | 0,04 | 0,86 | 1,21 | 0,81 | 0,55 | 0,64 | 0,48 | 0,85 | 1,00 | 0,73 | 0,99 | 0,52 | 0,69 |
| 40 | 1 | 4 | 1,38 | 0,73 | 0,20 | 0,74 | 0,04 | 0,85 | 1,24 | 0,78 | 0,52 | 0,62 | 0,55 | 0,83 | 1,03 | 0,72 | 1,00 | 0,48 | 0,66 |
| 40 | 2 | 3 | 1,19 | 0,74 | 0,17 | 0,76 | 0,03 | 0,83 | 1,08 | 0,73 | 0,42 | 0,62 | 0,48 | 0,86 | 0,87 | 0,74 | 0,87 | 0,40 | 0,66 |
| 40 | 3 | 2 | 1,17 | 0,71 | 0,17 | 0,73 | 0,03 | 0,81 | 1,06 | 0,70 | 0,40 | 0,52 | 0,47 | 0,82 | 0,84 | 0,67 | 0,79 | 0,37 | 0,58 |
| 40 | 4 | 6 | 1,24 | 0,83 | 0,17 | 0,82 | 0,04 | 0,91 | 1,12 | 0,78 | 0,47 | 0,76 | 0,50 | 0,90 | 0,93 | 0,83 | 1,01 | 0,43 | 0,80 |
| 40 | 5 | 5 | 1,19 | 0,77 | 0,17 | 0,81 | 0,03 | 0,88 | 1,07 | 0,73 | 0,45 | 0,67 | 0,48 | 0,86 | 0,89 | 0,76 | 0,90 | 0,42 | 0,69 |
| 60 | 1 | 5 | 1,23 | 0,76 | 0,17 | 0,74 | 0,04 | 0,87 | 1,11 | 0,84 | 0,42 | 0,70 | 0,54 | 0,84 | 0,93 | 0,77 | 0,94 | 0,39 | 0,75 |
| 60 | 2 | 4 | 1,42 | 0,79 | 0,20 | 0,79 | 0,04 | 0,85 | 1,29 | 0,82 | 0,48 | 0,68 | 0,62 | 0,89 | 1,06 | 0,79 | 1,10 | 0,43 | 0,71 |
| 60 | 3 | 3 | 1,06 | 0,84 | 0,15 | 0,85 | 0,03 | 0,90 | 0,96 | 0,74 | 0,35 | 0,76 | 0,47 | 0,91 | 0,78 | 0,84 | 0,86 | 0,31 | 0,78 |
| 60 | 4 | 2 | 1,42 | 0,77 | 0,20 | 0,79 | 0,04 | 0,84 | 1,28 | 0,82 | 0,47 | 0,66 | 0,62 | 0,88 | 1,05 | 0,77 | 1,07 | 0,42 | 0,69 |
| 60 | 5 | 6 | 1,40 | 0,76 | 0,20 | 0,77 | 0,04 | 0,84 | 1,26 | 0,80 | 0,49 | 0,60 | 0,61 | 0,88 | 1,05 | 0,75 | 1,05 | 0,44 | 0,64 |
| 80 | 1 | 6 | 1,55 | 0,82 | 0,22 | 0,83 | 0,04 | 0,87 | 1,40 | 0,90 | 0,49 | 0,72 | 0,74 | 0,92 | 1,16 | 0,83 | 1,26 | 0,42 | 0,73 |
| 80 | 2 | 5 | 1,20 | 0,79 | 0,17 | 0,80 | 0,03 | 0,80 | 1,08 | 0,76 | 0,37 | 0,65 | 0,58 | 0,89 | 0,90 | 0,79 | 0,94 | 0,33 | 0,69 |
| 80 | 3 | 4 | 1,34 | 0,78 | 0,19 | 0,80 | 0,04 | 0,88 | 1,20 | 0,77 | 0,40 | 0,63 | 0,64 | 0,89 | 0,98 | 0,81 | 1,04 | 0,34 | 0,71 |
| 80 | 4 | 3 | 0,89 | 0,80 | 0,12 | 0,85 | 0,03 | 0,88 | 0,80 | 0,71 | 0,28 | 0,67 | 0,43 | 0,89 | 0,67 | 0,79 | 0,70 | 0,24 | 0,70 |
| 80 | 5 | 2 | 1,41 | 0,80 | 0,19 | 0,82 | 0,04 | 0,85 | 1,26 | 0,83 | 0,44 | 0,68 | 0,67 | 0,87 | 1,05 | 0,78 | 1,10 | 0,38 | 0,72 |

Apêndice E – Capítulo 2; Comportamento ingestivo

| Tratamento | Período | Animal | TAL | TRU | TO | TMT | EAL ms | EAL fdn | ERU ms | ERU fdn |
|------------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 0 | 1 | 2 | 250,00 | 470,00 | 720,00 | 720,00 | 4,85 | 1,94 | 2,58 | 1,03 |
| 0 | 2 | 6 | 180,00 | 320,00 | 940,00 | 500,00 | 6,95 | 3,13 | 3,91 | 1,76 |
| 0 | 3 | 5 | 150,00 | 310,00 | 980,00 | 460,00 | 6,41 | 2,71 | 3,10 | 1,31 |
| 0 | 4 | 4 | 230,00 | 540,00 | 670,00 | 770,00 | 5,01 | 2,20 | 2,13 | 0,94 |
| 0 | 5 | 3 | 260,00 | 350,00 | 830,00 | 610,00 | 3,92 | 1,70 | 2,92 | 1,26 |
| 20 | 1 | 3 | 190,00 | 430,00 | 820,00 | 620,00 | 6,59 | 2,52 | 2,91 | 1,12 |
| 20 | 2 | 2 | 140,00 | 440,00 | 860,00 | 580,00 | 9,37 | 3,73 | 2,98 | 1,19 |
| 20 | 3 | 6 | 190,00 | 270,00 | 980,00 | 460,00 | 6,92 | 2,78 | 4,87 | 1,96 |
| 20 | 4 | 5 | 190,00 | 360,00 | 890,00 | 550,00 | 5,32 | 2,11 | 2,81 | 1,12 |
| 20 | 5 | 4 | 180,00 | 570,00 | 690,00 | 750,00 | 7,36 | 3,03 | 2,33 | 0,96 |
| 40 | 1 | 4 | 180,00 | 350,00 | 920,00 | 530,00 | 7,65 | 2,87 | 3,93 | 1,48 |
| 40 | 2 | 3 | 170,00 | 360,00 | 910,00 | 530,00 | 6,99 | 2,49 | 3,30 | 1,18 |
| 40 | 3 | 2 | 150,00 | 350,00 | 940,00 | 500,00 | 7,80 | 2,66 | 3,34 | 1,14 |
| 40 | 4 | 6 | 170,00 | 420,00 | 850,00 | 590,00 | 7,27 | 2,78 | 2,94 | 1,12 |
| 40 | 5 | 5 | 220,00 | 320,00 | 900,00 | 540,00 | 5,39 | 2,05 | 3,71 | 1,41 |
| 60 | 1 | 5 | 160,00 | 250,00 | 1030,00 | 410,00 | 7,67 | 2,66 | 4,91 | 1,70 |
| 60 | 2 | 4 | 180,00 | 410,00 | 850,00 | 590,00 | 7,90 | 2,65 | 3,47 | 1,16 |
| 60 | 3 | 3 | 180,00 | 260,00 | 1000,00 | 440,00 | 5,88 | 1,94 | 4,07 | 1,34 |
| 60 | 4 | 2 | 110,00 | 450,00 | 880,00 | 560,00 | 12,88 | 4,32 | 3,15 | 1,06 |
| 60 | 5 | 6 | 160,00 | 400,00 | 880,00 | 560,00 | 8,74 | 3,05 | 3,50 | 1,22 |
| 80 | 1 | 6 | 140,00 | 230,00 | 1070,00 | 370,00 | 11,10 | 3,48 | 6,76 | 2,12 |
| 80 | 2 | 5 | 160,00 | 370,00 | 910,00 | 530,00 | 7,53 | 2,34 | 3,26 | 1,01 |
| 80 | 3 | 4 | 180,00 | 380,00 | 880,00 | 560,00 | 7,42 | 2,25 | 3,52 | 1,06 |
| 80 | 4 | 3 | 190,00 | 260,00 | 990,00 | 450,00 | 4,70 | 1,48 | 3,43 | 1,08 |
| 80 | 5 | 2 | 140,00 | 300,00 | 1000,00 | 440,00 | 10,04 | 3,16 | 4,68 | 1,47 |

Apêndice F – Capítulo 2; Consumo, Excreção de N e N Retido

| Tratamento | Vol urinario | Ureia uri1 | Ureia uri2 | Ureia Plas | N Ingerido | N Urina | N Fezes | N Retido |
|------------|--------------|------------|------------|------------|------------|---------|---------|----------|
| 0 | 1,3 | 27 | 452,35 | 45,02 | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| 0 | 2,1 | 43 | 930,04 | 33,31 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 0 | 1,6 | 19 | 291,41 | 42,57 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| 0 | 1,1 | 13 | 153,72 | 40,42 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,02 |
| 0 | 1,8 | 102 | 1971,04 | 30,57 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 20 | 2,3 | 22 | 491,46 | 31,58 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 20 | 1,7 | 2,7 | 66,53 | 44,34 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 20 | 1,6 | 6,6 | 112,17 | 32,02 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 20 | 1,3 | 16 | 235,76 | 43,20 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| 20 | 2 | 53 | 1039,35 | 32,21 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 40 | 2,6 | 1,4 | 56,91 | 29,83 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 40 | 1,7 | 4,4 | 83,64 | 34,16 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 40 | 3,4 | 2,6 | 89,16 | 30,54 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 40 | 1 | 51 | 610,11 | 30,88 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,02 |
| 40 | 2,4 | 9,8 | 212,75 | 33,64 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| 60 | 3,2 | 9,8 | 263,86 | 44,80 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| 60 | 3,3 | 1,1 | 46,62 | 28,57 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 60 | 2,8 | 16 | 465,32 | 27,28 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| 60 | 4,5 | 66 | 2899,13 | 29,15 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 60 | 2,8 | 30 | 993,34 | 26,97 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 80 | 3,7 | 8,9 | 373,67 | 30,55 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 80 | 4,2 | 2,7 | 116,01 | 40,69 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 80 | 2,5 | 28 | 518,32 | 27,42 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 80 | 3,1 | 20 | 522,74 | 25,14 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| 80 | 3,9 | 19 | 604,84 | 33,75 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |