



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ASSOCIAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR COM PALMA MIÚDA EM DIETAS PARA
OVINOS: DINÂMICA DA MATÉRIA SECA E DA FIBRA E PARÂMETROS
RUMINAIS.**

ALISSON VINÍCIUS MOTA MACEDO

**RECIFE – PE
FEVEREIRO – 2020**

ALISSON VINÍCIUS MOTA MACEDO

**ASSOCIAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR COM PALMA MIÚDA EM DIETAS PARA
OVINOS: DINÂMICA DA MATÉRIA SECA E DA FIBRA E PARÂMETROS
RUMINAIS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição e produção de ruminantes.

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira – Orientador

Prof^a. Dr^a. Antonia Sherlânea Chaves Vêras – Co-orientadora

Dr^a. Maria Gabriela da Conceição – Co-orientadora

**RECIFE – PE
FEVEREIRO – 2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M141a Macedo, Alisson Vinícius Mota

Associação da cana-de-açúcar com palma miúda em dietas para ovinos: dinâmica da matéria seca e da fibra e parâmetros ruminais / Alisson Vinícius Mota Macedo. - 2020.
35 f.

Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira.

Coorientadora: Antonia Sherlânea Chaves Vêras, Maria Gabriela da Conceição.

Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, 2020.

1. ácidos graxos voláteis. 2. cinética ruminal. 3. nitrogênio amoniacal. 4. pH ruminal. I. Ferreira, Marcelo de Andrade, orient. II. Antonia Sherlânea Chaves Vêras, Maria Gabriela da Conceição, coorient. III. Título

CDD 636

ALISSON VINÍCIUS MOTA MACEDO

**ASSOCIAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR COM PALMA MIÚDA EM DIETAS PARA
OVINOS: DINÂMICA DA MATÉRIA SECA E DA FIBRA E PARÂMETROS
RUMINAIS.**

Dissertação defendida e aprovada pela comissão examinadora em 21 de fevereiro de 2020

Orientador:

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Examinadores:

Prof^ª. Dr^ª. Lucina Felizardo Pereira Soares
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dr^ª. Kelly Cristina dos Santos (PNPD/CAPES)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

RECIFE – PE
FEVEREIRO – 2020

BIOGRAFIA

ALISSON VINÍCIUS MOTA MACEDO filho de Judas Tadeu Calado Macedo e Maria de Fátima Mota Macedo, nasceu em Pesqueira Pernambuco, em 21 de janeiro de 1991.

Ingressou no curso Técnico em Agropecuária no ano de 2006 na Escola Agrotécnica Federal de Belo Jardim, atualmente o Instituto Federal de Pernambuco – IFPE – Campus Belo Jardim concluindo o curso em dezembro de 2008.

Ingressou no curso de Zootecnia no ano de 2013 na Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG). De agosto de 2015 a agosto de 2017 foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) na (UFRPE/UAG).

Em fevereiro de 2018 concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns obtendo o título de Zootecnista.

Em março de 2018 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (SEDE), concentrando seus estudos na área de Nutrição Animal, tendo em 21 de fevereiro de 2020, submetido à defesa da presente dissertação.

DEDICO

Ao meu avô João Francisco de Macedo (*in memoriam*), pelos ensinamentos de poder lidar com as dificuldades da vida com serenidade e sabedoria. Por repassar a paixão pela cultura nordestina.

Aos meus pais Maria de Fátima Mota Macedo e Judas Tadeu Calado Macedo, pelo imensurável esforço e dedicação de proporcionar a maior herança que um filho possa ter, educação e conhecimento!

Aos meus irmãos Alexandre e Amanda, nada faria sentido sem o apoio, incentivo e o amor de vocês.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por iluminar meus passos, pois sem ele nada seria possível. Ele nos concede força, coragem, sabedoria e perseverança para irmos em busca de nossos sonhos e objetivos, superando as adversidades.

Agradeço aos meus pais Judas Tadeu Calado Macedo e Maria de Fátima Mota Macedo por estarem sempre ao meu lado, pela orientação e educação que permitiu ser quem sou, pelo apoio e confiança que me deram em todos os momentos e escolhas da minha vida, não medindo esforços para realizar meus sonhos. A eles meus sinceros agradecimentos e a certeza da existência de um amor puro, verdadeiro e acima de tudo eterno.

Aos meus irmãos Alexandre e Amanda que estiveram sempre ao meu lado, além do apoio, sempre estiveram dispostos a me ajudar.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira, pela orientação, confiança, dedicação durante todo mestrado.

As minhas co-orientadoras Prof^ª. Dr^ª. Antonia Sherlânea Chaves Vêras e Dr^ª. Maria Gabriela da Conceição, pelo suporte, apoio e dedicação na realização deste trabalho.

A UFRPE e Departamento de Zootecnia, por ser um espaço que privilegia o conhecimento e por proporcionar a realização mais uma etapa de desenvolvimento profissional;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão bolsa de estudos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRPE/DZ, pelos ensinamentos e incentivo.

A todos que fizeram e fazem parte do Grupo de Pesquisa em Palma Forrageira (GEPAF/FIRMA), pela amizade e trabalho em equipe em todos os trabalhos realizados, em especial ao experimento de mestrado.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da formação do curso, o meu muito obrigado.

“Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande. Se não puder andar, rasteje, mas continue em frente de qualquer jeito. ”

(Martin Luther King)

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo.

Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis. ”

(José de Alencar)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
CAPÍTULO I	19
Associação da cana-de-açúcar com palma miúda em dietas para ovinos: Dinâmica da matéria seca e da fibra e parâmetros ruminais.	19
RESUMO	20
ABSTRACT	21
INTRODUÇÃO	22
MATERIAL E MÉTODOS	23
RESULTADOS	27
DISCUSSÃO	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 – Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	24
Tabela 2 – Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	24
Tabela 3 – Consumos de nutrientes por ovinos alimentados com as dietas experimentais....	27
Tabela 4 – Pools ruminais e taxas de ingestão (ki), passagem (kp) e degradação (kd) em ovinos	28
Tabela 5 – Parâmetros ruminais em ovinos alimentados com as dietas experimentais	30

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Introduzida pelos colonizadores portugueses no Brasil, a criação de ovinos e caprinos espalhou-se por todo o país, adaptando-se bem, principalmente, às condições adversas do semiárido nordestino (Sidersky 2017). Na região nordeste do Brasil a produção de pequenos ruminantes tem importância fundamental, além do caráter produtivo, tem caráter social, pois há o estabelecimento do homem no campo, garantindo assim sua sobrevivência e fixação de uma atividade geradora de renda (Silva 2018).

O rebanho brasileiro de ovinos segundo a Pesquisa Pecuária Municipal de 2018 é de aproximadamente 18,9 milhões de animais. A região Nordeste concentra 66,7% do efetivo nacional, ou seja, aproximadamente 12,6 milhões de animais. O estado de Pernambuco possui aproximadamente 2,35 milhões de ovinos, rebanho inferior apenas aos estados da Bahia e Rio Grande do Sul, que detém aproximadamente 4,18 e 3,19 milhões de cabeças, respectivamente (IBGE 2019).

No Nordeste, o desenvolvimento da pecuária é realizado sobretudo em pequenas propriedades, o sistema de produção predominante é o extensivo, ou seja, não possui controle zootécnico adequado, os animais são soltos nas pastagens nativas, com pouca ou nenhuma adoção de práticas de manejo sanitário e nutricional. Além disso, a falta de gerenciamento, planejamento e de recursos adequados para a época de estiagem, devido ao baixo nível de escolaridade dos produtores, baixo acesso a crédito e de articulação entre os diversos elos da cadeia produtiva, são os principais entraves do sistema de produção dificultando a sustentabilidade, a competitividade e a remuneração dos produtores (Santana 2017).

Os períodos de estiagem em menores ou maiores proporções, assim como a má distribuição das chuvas torna a atividade pecuária vulnerável à estacionalidade da produção e disponibilidade de alimentação para o rebanho. No entanto, afim de minimizar os efeitos da baixa oferta de forragem nos sistemas de produção, o produtor rural faz uso da suplementação

concentrada ou volumosa, aumentando o aporte nutricional e adicionando maiores recursos externos ao sistema. Entre as estratégias de suplementação, destaca-se a utilização de forrageiras perenes que mesmo nos períodos secos dispõem de um bom valor nutritivo (Miranda 2015).

A estiagem que acometeu o Nordeste brasileiro iniciada em 2012, considerada a mais severa das últimas décadas, causou sérios prejuízos socioeconômicos nas propriedades rurais nas regiões semiáridas brasileiras. Paralelamente a esse fenômeno, milhares de hectares de palma forrageira, foram dizimados por infestações da cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae*), que encontrou condições favoráveis à propagação durante a estiagem prolongada no Nordeste brasileiro. Além disso, a oferta de forragem aos rebanhos foi comprometida não só pela estiagem prolongada, mas também pelo baixo nível de estoque de alimentos volumosos nas propriedades.

Diante desse cenário, surgiu na região um novo negócio no setor agropecuário: A produção comercial de forragem! (Reis Filho e Oliveira 2014). Nesse negócio, além de outras plantas forrageiras, a cana-de açúcar produzida nos perímetros irrigados é comercializada nas feiras livres ou diretamente com os pecuaristas a preços exorbitantes. Por exemplo, uma tonelada de cana-de-açúcar no Agreste pernambucano, está custando em torno de R\$150,0 a R\$200,00 (aproximadamente R\$0,56/kg de matéria seca), superior ao da palma forrageira que atualmente tem o custo de R\$0,32/kg de MS para o produtor.

Diante desse cenário, fica evidente a necessidade do restabelecimento dos cultivos com a palma forrageira. O Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) em parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) com a finalidade de contornar o problema da cochonilha do carmim, identificaram genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha, dentre eles a palma Miúda (*Nopalea cochenillifera*, Salm-Dyck).

A palma independente do genótipo é uma forrageira adaptada às condições edafoclimáticas da região, se destacando pela alta eficiência na utilização da água, por apresentar o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), chegando a ser de 3 a 4 vezes mais eficiente na transformação de água em matéria seca que as plantas de mecanismo C3, pois realizam a abertura dos estômatos necessariamente à noite, quando a temperatura ambiente é mais baixa, diminuindo as perdas de água por evapotranspiração (Júnior Galvão et al. 2014).

Quanto à composição química, varia com a idade da planta, espécie, época do ano, solo e tratos culturais. Entretanto, independentemente do gênero, a palma forrageira apresenta baixos níveis de matéria seca (MS, $11,69 \pm 2,56\%$), proteína bruta (PB, $4,81 \pm 1,16\%$), fibra em detergente neutro (FDN, $26,79 \pm 5,07\%$), e fibra em detergente ácido (FDA, $18,85 \pm 3,17\%$). No entanto, apresenta altos níveis carboidratos totais (CHT, $81,12 \pm 5,9\%$), carboidratos não fibrosos (CNF, $58,55 \pm 8,13\%$) e matéria mineral (MM $12,04 \pm 4,7\%$) (Ferreira et al. 2012).

Devido ao alto teor de umidade, característica muito relevante para a região semiárida do Brasil que sofre com a falta de água a maior parte do ano (Ferreira et al. 2012). De acordo com Neto et al. (2016), dependendo da quantidade de palma forrageira na dieta, a exigência de água pode ser suprida via alimentação, reduzindo a ingestão de água de bebida. Cordova-Torres et al. (2017), avaliando o desempenho de ovinos alimentados com palma forrageira com restrição total de água concluíram que a inclusão de 30 a 50% de palma na dieta de ovinos proporcionou maiores ganhos de peso médio diário e total dos animais, assim a palma forrageira pode ser usada como complemento alimentar e fonte de água.

Do mesmo modo, a palma forrageira apresenta alta palatabilidade, esta característica potencializa o consumo voluntário dos animais (Batista et al. 2003; Bispo et al. 2007; Ferreira et al. 2012; Soares 2017). Oliveira et al. (2016), ao estudarem a substituição de cana-de-açúcar por palma miúda na dieta de ovinos em terminação, obtiveram consumo máximo de MS de 1,31 kg/dia com 42,5% de substituição de cana-de-açúcar por palma miúda em dieta com relação

volumoso:concentrado de 48:52. Andrade et al. (2016), avaliando a utilização de palma *in natura* e desidratada na alimentação de ovinos, observaram maior consumo de matéria seca nos tratamentos que continham palma em relação ao tratamento composto por concentrado e feno de tifton.

Por outro lado, devido ao baixo teor de fibra em detergente neutro, a palma forrageira não deve ser fornecida como única fonte de volumoso na dieta de ruminantes (Ramos et al. 2013), pois pode causar distúrbios metabólicos e perda de peso nos animais, além de promover um menor tempo de ruminação, havendo necessidade de fornecer adequada quantidade de fibra fisicamente efetiva visando à manutenção da fermentação ruminal e prevenir distúrbios metabólicos (Soares 2017). Segundo Bispo et al. (2010), a fibra fisicamente efetiva está relacionada à saúde do animal, basicamente pela manutenção do pH ruminal adequado através do aporte de saliva durante a ingestão e ruminação.

Neste sentido, a cana-de-açúcar associada a palma forrageira pode otimizar o consumo de matéria seca e desempenho dos animais, favorecer maior estímulo de mastigação e salivação, e manutenção dos parâmetros ruminais adequados por promover a correção na falta de efetividade da fibra.

O uso da cana-de-açúcar na alimentação animal como uma alternativa forrageira é justificada por apresentar produção elevada em média de 70 toneladas/ha, manter seu valor nutritivo no período da seca, baixo custo da tonelada de matéria seca e energia, oriunda da sacarose, carboidrato de alta digestibilidade (Siécola Júnior et al. 2014), moderado teor de fibra em detergente neutro ($53,60 \pm 2,12$) (Valadares Filho et al, 2020), fácil cultivo e, além de ser uma cultura tradicional entre os produtores rurais (Campos 2010).

A cana-de-açúcar tem sido associada à palma forrageira, principalmente, na região do agreste 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 (Rezende et al. 2020).

Tanto a palma forrageira quanto a cana-de-açúcar apresentam baixos teores de proteína bruta, sendo insuficiente para o adequado desempenho animal (Ferreira et al. 2012), necessitando a associação com suplementos nitrogenados, o que pode ser realizado com base no uso de fontes de proteína verdadeira ou de nitrogênio não proteico (NNP). Segundo Pereira et al. (2008), a ureia é a principal fonte de NNP incluída na dieta dos ruminantes, com as finalidades de substituir o nitrogênio da proteína verdadeira, visando a redução no custo da ração, ou elevar o teor de nitrogênio dos volumosos de baixa qualidade, aumentando o seu consumo e aproveitamento.

Assim, a avaliação da eficiência de utilização dos componentes das dietas fornecida aos animais é de fundamental importância, uma vez que permite a formulação de dietas suprindo o atendimento as exigências nutricionais de forma mais precisa, promovendo assim o máximo potencial produtivo do animal.

Os parâmetros ruminais e a cinética ruminal são ferramentas essenciais na avaliação de dietas para ruminantes, devido ao ambiente ruminal ser um sistema dinâmico, que envolve a entrada de alimentos e a saída de líquidos, partículas, microrganismos e resíduo não degradado para as porções posteriores do trato gastrointestinal (Ítavo 2005).

Para Hoover e Stokes (1991), o pH e a taxa de passagem constituem os principais componentes químicos e fisiológicos modificadores da fermentação ruminal e são afetados pela composição química dos ingredientes da dieta, nível de consumo, frequência de alimentação, qualidade da forragem, tamanho de partícula, relação volumoso:concentrado e uso de aditivos alimentares.

Outro parâmetro para verificar se a dieta fornecida está adequada às características fisiológicas do ruminante é a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal (NAR), sendo sua

manutenção no rúmen indispensável para o crescimento bacteriano e, nas mais variadas situações, 40 a 80% do nitrogênio exigido pelos microrganismos pode ser derivado do nitrogênio amoniacal (Silveira et al. 2009).

No mesmo sentido, os ácidos graxos voláteis constituem a principal fonte de energia para os ruminantes, são produzidos no rúmen pela fermentação microbiana de carboidratos e, em alguns casos, da proteína, sendo os principais o acético, propiônico e butírico (Goularte et al. 2010).

Desta forma, objetivou-se avaliar a viabilidade nutricional da associação da cana-de-açúcar com a palma miúda na alimentação de ovinos sobre a dinâmica ruminal da fibra e da matéria seca e nos parâmetros ruminais.

As considerações iniciais e o artigo da presente dissertação estão seguindo as normas da revista *Tropical Animal Health and Production*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, S. F. J.; Batista, A. M. V.; Carvalho, F. F. R.; Lucena, R. B.; Andrade, R. P. X. e Lima Júnior, D. M. 2016. Fresh or dehydrated spineless cactus in diets for lambs Solano. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38, 155–161.
- Batista, A. M. V.; Mustafa, A. F.; Santos, G. R. A.; Carvalho, F. F. R.; Dubeux Jr, J. C. B.; Lira, M. A. e Barbosa, S. B. P. 2003. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 189, 123–126.
- Berchielli, T. T.; Pires, A. V. e Oliveira, S. G. 2011. *Nutrição de Ruminantes*. 2. ed. Jaboticabal: Funep.
- Bispo, S. V.; Ferreira, M. A.; Vêras, A. S. C.; Batista, A. M. V.; Pessoa, R. A. S. e Bleuel, M. P. 2007. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1902–1909.
- Bispo, S. V.; Ferreira, M. A.; Vêras, A. S. C.; Modesto, E. C.; Guimarães, A. V. G. e Pessoa, R. A. S. 2010. Comportamento ingestivo de vacas em lactação e de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 2024–2031.
- Campos, M. M. 2010. Cana de açúcar tratada ou não com óxido de cálcio na alimentação de fêmeas bovinas leiteiras. (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Cordova-Torres, A. V.; Costa, R. G.; Medeiros, A. N.; Araújo Filho, J. T.; Ramos, A. O. e Alves, N. L. 2017. Performance of sheep fed forage cactus with total water restriction. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 18, 369–377.

- Ferreira, M. A.; Bispo, S. V.; Rocha Filho, R. R.; Urbano, S. A. e Costa, C. T. F. 2012. The use of cactus as forage for dairy cows in semi-arid regions of Brazil. In: Pert Kon- valina. (Org.). Organic Farming and Food Production. InTech, South Bohemia, 1-22.
- Goularte, S. R.; Ítavo, L. C. V.; Morais, M. G.; Ítavo, C. C. B. F.; Santos, G. T.; Dias, A. M.; Bezerra, F.S.; Azevedo Júnior, N. P. e Calvis, D.S. 2010. Consumo de nutrientes e parâmetros ruminais de vacas alimentadas com diferentes níveis de energia na dieta. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 62, 357–364.
- Hoover, W. H. e Stokes, S. R. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. Journal of Dairy Science, 74, 3630–3644.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. Pesquisa Pecuária Municipal 2018. 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>>. Acesso em: 13 de dezembro de 2019.
- Ítavo, L. C. V.; Ítavo, C. C. B. F. 2005. Parâmetros ruminais e suas correlações com desempenho, consumo e digestibilidade em ruminantes. In: UCDB, E. (Ed.). Nutrição e ruminantes: aspectos relacionados à digestibilidade e ao aproveitamento de nutrientes. Campo Grande, 49–72.
- Júnior Galvão, J. G. B.; Silva, J. B. A.; Morais, J. H. G. E Lima, R. N. 2014. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: Cultivo e utilização. Acta Veterinária Brasilica, 8, 78–85.
- Miranda, P. A. B. P. 2015. Características forrageiras de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) desenvolvidas no estado de Alagoas. (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo.
- Neto, J. P.; Soares, P. C.; Batista, A. M. V.; Andrade, S. F. J.; Andrade, R. P. X.; Lucena, R. B. e Guim, A. 2016. Balanço hídrico e excreção renal de metabólitos em ovinos alimentados com palma forrageira (*nopalea cochenillifera*, salm dyck). Pesquisa Veterinária Brasileira, 36, 322–328,
- Oliveira, J. P. F.; Ferreira, M. A.; Alves, M. S. V.; Melo, A. C. C.; Andrade, I. B.; Suassuna, J. M. A.; Barros, L. J. A.; Melo, T. T. B. e Silva, J. L. 2016. Spineless cactus as a replacement for sugarcane in the diets of finishing lambs. Tropical Animal Health and Production, 49, 139–144.
- Pereira, L. G. R.; Guimarães Júnior, R. e Tomich, T. R. 2008. Utilização da uréia na alimentação de ruminantes no Semi-Árido. Anais do 11 Simpósio Nordeste de Alimentação de Ruminantes. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1–13.
- Ramos, A. O.; Ferreira, M. A.; Vêras, A. S.; Costa, S. B. M.; Conceição, M. G.; Silva, E. C.; Salla, L. E. e Souza, A. R. D. L. 2013. Diferentes fontes de fibra em dietas a base de palma forrageira na alimentação de ovinos. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, 14, 1–12.
- Reis Filho, R. J. C. E Oliveira, F. Z. 2014. Opções de produção de alimentos para a pecuária de Pernambuco - Uso das áreas irrigadas. Fórum Permanente de Convivência Produtiva com as Secas, 33.
- Rezende, F. M.; Vêras, A. S. C.; Siqueira, M. C. B.; Conceição, M. G.; Lima, C. L.; Almeida, M. P.; Mora-Luna, R. E.; Neves, M. L. M. W.; Monteiro, C. C. F. e Ferreira, M. A. 2018. Nutritional effects of using cactus cladodes (*Opuntia stricta* Haw Haw) to replace sorghum silage in sheep diet. Tropical Animal Health and Production, 1, 1-6.
- Santana, M. M. O. 2017. Aspectos da Ovinocaprinocultura no Semiárido Nordeste. Gestão Universitária, 1–6. Disponível em: <<http://gestaouniversitaria.com.br/artigos/aspectos-da-ovino-caprinocultura-no-semiarido-nordestino>> Acesso em: 05 dez. 2019.
- Sidersky, P. R. 2017. Sobre a cadeia produtiva da caprinovinocultura no sertão do Piauí: Cadeia produtiva da caprinovinocultura no sertão do Piauí: Brasília: FIDA – Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola e IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura. 94.

- Siécola Júnior, S.; Bitencourt¹, L. L.; Melo, L. Q.; Silveira, V. A.; Lopes, N. M.; Silva, J. R. M.; Perreira, R. A. N. E Perreira, M. N. 2014. Despalha da cana-de-açúcar e desempenho de novilhas e vacas leiteiras. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66, 219–228.
- Silva, C. A. 2018. Caracterização do sistema de criação de ovinos no Assentamento Maria Bonita - Delmiro Gouveia/AL. (Mestrado Profissional em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- Silveira, R. N.; Berchielli, T. T.; Canesin, R. C.; Messana, J. D.; Fernandes, J. J. R. E Pires, A. V. 2009. Influência do nitrogênio degradável no rúmen sobre a degradabilidade in situ, os parâmetros ruminais e a eficiência de síntese microbiana em novilhos alimentados com cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 570–579.
- Soares, M. S. 2017. Palma forrageira: aspecto do cultivo e desempenho animal. *Nutritime Revista Eletrônica*, 14, 6041–6055. Disponível em: <https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/Artigo_431.pdf> Acesso em: 12 de dezembro de 2019.
- Valadares Filho, S. C.; Lopes, S. A.; Machado, P. A. S.; Chizzotti, M. L.; Amaral, H. F.; Magalhães, K. A.; Junior Rocha, V. R. e Capelle, E. R. CQBAL 4.0. Disponível em: <<http://www.cqbal.com.br/#!/gerarelatorio/>> Acesso em: 25 de fevereiro de 2020.

CAPÍTULO I

Associação da cana-de-açúcar com palma miúda em dietas para ovinos: Dinâmica da matéria seca e da fibra e parâmetros ruminais.

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da substituição parcial da cana-de-açúcar por palma miúda (0; 18; 36; 54 e 72% com base na matéria seca (MS)) sobre os parâmetros ruminais e dinâmica da MS ruminal e da fibra em ovinos. Foram utilizados cinco ovinos mestiços machos castrados fistulados no rúmen, com peso corporal médio de $63,38 \pm 7,70$ kg distribuídos em um delineamento quadrado latino 5 x 5. Os pools de MS, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}) e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) reduziram linearmente com a substituição. As taxas de ingestão (*K_i*) e degradação (*K_d*) da MS aumentaram linearmente, já a taxa de passagem (*K_p*) apresentou comportamento quadrático com valor máximo de $0,035 \text{ h}^{-1}$ estimado com 44% de substituição. As taxas de ingestão, passagem e degradação da FDN e passagem da FDNi aumentaram, enquanto que o pH diminuiu linearmente. O nitrogênio amoniacal ruminal (NAR) apresentou comportamento quadrático em função dos horários de coleta, com concentração máxima de 17,89 mg/dL às 0,68 horas após a alimentação. Com relação aos ácidos graxos voláteis (AGV), houve aumento linear para o acetato. O propionato não foi influenciado pela substituição e o butirato apresentou efeito quadrático com concentração máxima de 14,06 mmol/L estimado com 64,17% de substituição. Recomenda-se a substituição máxima de 44% de cana-de-açúcar por palma miúda para maximizar as taxas de passagem refletindo em maior consumo de matéria seca e nutrientes.

Palavras-chaves: ácidos graxos voláteis, cinética ruminal, nitrogênio amoniacal, pH ruminal

ABSTRACT

The aim was to evaluate the effects of partial replacement of sugarcane by small forage cactus (0; 18; 36; 54 and 72% based on dry matter (DM)) on ruminal parameters, rumen DM and fiber dynamic in sheep. Five rumen-fisted castrated male crossbred sheep with average body weight 63.38 ± 7.70 kg were distributed in 5 x 5 Latin square design. Pools of DM, neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDFap) and indigestible neutral detergent fiber (NDFi) reduced linearly regarding the replacement levels. DM intake (K_i) and degradation (K_d) rates increased linearly, while flow rate (K_p) developed a quadratic response with 0.035 h^{-1} maximum value estimated for 44% replacement. NDF intake, flow and degradation rates, and NDFi flow increased, while pH reduced linearly. Ruminal ammonia nitrogen (RAN) had a quadratic response in function of collection times with 17.89 mg/dL maximum concentration at 0.68 hours after feeding. Regarding volatile fatty acids (VFA), there was linear increment for acetate. Propionate was not influenced by replacement, and butyrate had a quadratic effect with 14.06 mmol/L maximum concentration estimated for 64.17% replacement. Replacing up to 44% of sugarcane by small forage cactus is recommended to maximize the passage rates reflecting in greater consumption of dry matter and nutrients.

Key words: volatile fatty acids, ruminal kinetics, ammoniacal nitrogen, ruminal pH

INTRODUÇÃO

A instabilidade na estação chuvosa do Nordeste Brasileiro, caracterizada por baixa precipitação pluviométrica anual e irregularidades na distribuição das chuvas (Correia et al. 2011), limita o potencial pecuário da região, devido a estacionalidade na produção de forragem (Rocha 2012), impactando diretamente nos indicadores zootécnicos (Reis Filho e Oliveira 2014).

Com o ciclo da grande seca de 2012, o não reestabelecimento dos palmais dizimados pela Cochonilha do Carmim (*Dactylopius opuntiae*), e pela dificuldade de produzir forragem em quantidade e qualidade para atender com segurança as necessidades do rebanho, proporcionou o surgimento de um novo negócio no setor agropecuário, a produção comercial de forragem (Reis Filho e Oliveira 2014).

Entre as estratégias para minimizar os efeitos da baixa oferta de forragem, o produtor rural faz uso da suplementação volumosa, adquirindo forragens (cana-de-açúcar, silagens de milho e sorgo) cultivadas sob irrigação, em regiões onde a água não é um limitante, assim, aumentando o aporte nutricional no sistema de produção.

Dentre as forrageiras comercializadas a cana-de-açúcar tem merecido destaque, por apresentar maior valor nutritivo no período da seca, produção elevada por hectare, resultando em menor custo da tonelada de matéria seca e energia, quando comparado com silagens de milho e sorgo (Siécola Júnior et al. 2014). Este cenário, em função da alta demanda e pela dificuldade da produção de forragem, poderá solucionar o problema da baixa disponibilidade de alimento a curto e médio prazo, porém em razão do alto valor comercializado destes volumosos poderá comprometer a sustentabilidade dos sistemas.

Assim, uma solução a longo prazo seria o reestabelecimento dos palmais com variedades resistentes a cochonilha do carmim visando uma grande produção de matéria seca com alto valor nutritivo, porém se deve destacar a utilização de outras fontes de fibra, devido

baixo teor de FDN na composição da palma forrageira, sendo a cana-de-açúcar uma alternativa. Deste modo, hipotetizou-se existir uma relação cana-de-açúcar x palma miúda que maximize os parâmetros ruminais, otimizando o desempenho animal.

Objetivou-se avaliar os efeitos da substituição parcial da cana-de-açúcar por palma miúda sobre os parâmetros ruminais e dinâmica da MS e da fibra em ovinos fistulados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Avaliação de Alimentos para Pequenos Ruminantes II, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife - PE. Os protocolos experimentais com uso de animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), licença 120/2017.

Foram utilizados cinco ovinos mestiços machos, castrados, fistulados no rúmen, com peso corporal (PC) médio inicial de $63,38 \pm 7,70$ kg. Os animais foram pesados, identificados e foram tratados contra endo e ectoparasitas antes do início do período experimental. Foram alojados em galpão coberto e baias individuais (0,93 x 1,54 m), construídas com ripas de madeiras, suspensas e providas de comedouros e bebedouros, com acesso irrestrito a água.

O delineamento experimental foi quadrado latino 5 x 5, com cinco períodos de 21 dias, dos quais os 14 primeiros dias foram destinados a adaptação dos animais às dietas e os 7 dias restantes para coleta de amostras e dados.

Os tratamentos consistiram na substituição da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) variedade RB 92579 corrigida com ureia mais sulfato de amônia (9:1) por palma miúda (*Nopalea cochenillifera*, Salm-Dyck) nos níveis de 0, 18, 36, 54 e 72% com base na matéria seca. A composição química dos ingredientes e as proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 – Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Item	Ingredientes (g/Kg de MS)				
	Palma miúda	Cana-de-açúcar	Milho moído	Farelo de soja	Farelo de trigo
Matéria seca	119,0	311,2	897,6	918,0	897,1
Matéria orgânica	867,5	987,5	983,6	919,9	948,5
Proteína bruta	57,5	17,7	90,2	490,1	182,7
Extrato etéreo	14,4	9,1	41,6	22,0	17,6
FDNcp ¹	268,5	394,0	111,3	167,4	344,8
FDNi ²	125,0	264,9	43,8	29,4	134,2
FDA ³	187,2	225,2	25,5	103,8	126,4
Carboidratos não-fibrosos	527,1	566,8	740,5	240,4	403,4

¹Fibra solúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; ²Fibra em detergente neutro indigestível; ³Fibra solúvel em detergente ácido.

Tabela 2 – Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Item	Níveis de Substituição (%)				
	0	18	36	54	72
Ingredientes (g/kg MS)					
Palma miúda	0,00	124,2	248,4	372,6	496,8
Cana-de-açúcar	690,0	565,8	441,6	317,4	193,2
Farelo de soja	207,5	208,9	210,3	211,7	213,1
Milho moído	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Farelo de Trigo	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Premix mineral	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Sal Comum	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Ureia:sulfato de amônia ¹	6,0	4,6	3,2	1,8	0,4
Composição química (g/kg MS)					
Matéria seca	381,9	315,6	260,5	222,6	194,7
Matéria orgânica	949,8	936,5	921,6	907,8	894,0
Proteína bruta	140,7	142,6	144,6	146,5	148,4
Extrato etéreo	13,2	13,8	14,6	15,2	15,9
FDNcp ²	325,1	311,1	293,7	278,9	263,8
FDNi ³	196,0	178,7	161,3	144,0	126,6
FDA ⁴	183,0	178,4	173,9	169,3	164,7
Carboidratos não-fibrosos	486,7	482,1	477,5	472,9	468,4

¹Proporção entre ureia e sulfato de amônia (S/A): 9 partes de ureia e 1 parte de sulfato de amônia; ²Fibra solúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; ³Fibra em detergente neutro indigestível; ⁴Fibra solúvel em detergente ácido.

O fornecimento das dietas foi realizado *ad libitum* na forma de ração mistura total, duas vezes ao dia, às 8:00 e 16:00 horas, ajustadas diariamente em função do consumo do dia anterior, permitindo-se entre 5-10% de sobras do total de MS fornecido. Os consumos de MS, FDNcp e FDNi foram estimados por meio da diferença entre a quantidade de alimento fornecido

e a quantidade das sobras, durante todo o período experimental. Amostras dos alimentos, e sobras foram coletadas durante todo período de coleta, as quais foram identificadas, pesadas e armazenadas a -20°C para posterior análises, sendo pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e moídas em moinho de facas (Wiley), passando por peneiras com crivo de 1 mm de diâmetro para as análises bromatológicas e 2 mm para estimar a FDNi. A cada preparo dos concentrados foi realizada a amostragem dos ingredientes.

Nas amostras de alimentos foram analisados os teores de matéria seca (MS; método 934,01), matéria orgânica (MO; método 930,05), matéria mineral (MM; método 968,08), proteína bruta (PB; método 968,06) e extrato etéreo (EE; método 920,39) de acordo com AOAC (2000). As análises de FDN foram realizadas de acordo com o método descrito por Mertens (2002), utilizando alfa-amilase estável ao calor corrigida para cinza residual. A FDN também foi corrigida para compostos nitrogenados, utilizando o método descrito por Licitra et al. (1996). O teor de FDNi foi calculado nas amostras de alimentos, sobras e digesta ruminal, obtido através de procedimentos *in situ* com 288 horas de incubação ruminal em bovinos (Krizsan e Huhtanen 2013)

Para quantificação do conteúdo de carboidratos não-fibrosos (CNF) foi utilizada a equação sugerida por Detmann e Valadares Filho (2010): $CNF = 1000 - [(PB - PBU + U) + FDNcp + EE + MM]$, em que PB = teor de proteína bruta; PBU = proteína bruta oriunda da ureia; U = teor de ureia; FDNcp = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e compostos nitrogenados; EE = teor de extrato etéreo; MM = teor de matéria mineral.

Para a determinação do pH ruminal, ácidos graxos voláteis (AGV) e nitrogênio amoniacal ruminal (NAR) foram coletadas amostras de conteúdo ruminal no 18º dia de cada período experimental às 0, 2, 4 e 6 horas após o fornecimento da ração matinal. O material foi colocado sobre três camadas de tecido e espremido fortemente para extração do líquido, tomando-se uma alíquota de aproximadamente 90 mL na qual, imediatamente, mensurou-se o

pH utilizando um potenciômetro (Kasavi, Modelo K39-0014P, Taiwan). Posteriormente o fluído foi dividido em três alíquotas de 30 mL e acidificado com 1mL de ácido sulfúrico (1:1) em seguida congeladas a -20° C para posterior determinação da concentração de nitrogênio amoniacal e ácidos graxos voláteis (AGV). Para análise de NAR foi utilizada a metodologia (método INCT-CA N-006/1) descrita por Detmann et al. (2012). A análise de AGV foi realizada utilizando um cromatógrafo de fase gasosa equipado com detector de ionização de chama e auto injetor, equipado com uma coluna Carbowax (60 m x 0,250 mm, DI/espessura) injeção 2µL à 140°C com vazão de hidrogênio 2mL/minuto em modo split.

Para determinação da dinâmica ruminal realizou-se manualmente o esvaziamento ruminal total através da cânula, nos 19° e 21° dias de cada período experimental, sendo realizado quatro horas após a alimentação no 19° dia e antes do fornecimento da alimentação matinal no 21° dia, utilizando-se a técnica descrita por Allen e Linton (2007). Depois de esvaziado, o peso total da digesta foi determinado, seguido por filtração através de quatro camadas de tecido para separar as fases sólida e líquida. Uma amostra representativa de ambas as fases foi coletada para avaliar os teores de MS, FDN e FDNi. Após a amostragem, as fases foram novamente misturadas e a digesta remanescente foi devolvida para o rúmen. As taxas de ingestão (K_i), passagem (K_p), degradação (K_d) da MS e FDN e passagem (K_{pi}) da FDNi foram calculados dividindo-se a dose diária de MS pelos seus respectivos pools ruminais Allen e Linton (2007).

Nas análises estatística, após o teste de normalidade residual e homogeneidade da variância com o procedimento UNIVARIATE, usando o Statistical Analysis System (SAS) (versão 9.2), os dados foram submetidos a análise de variância e de regressão, para avaliar o efeito da substituição da cana-de-açúcar por palma miúda, usando o procedimento MIXED do SAS de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + e_{ijk}$$

Onde: Y_{ijk} = Variável dependente; μ = média geral; α_i = efeito fixo do tratamento i ; β_j = efeito aleatório do animal j ; γ_k = efeito fixo do período k ; e_{ijk} = efeito aleatório do erro associado a cada observação.

Para os AGV's, pH ruminal e NAR foi assumido o efeito do tempo de amostragem, como medidas repetidas no tempo, sendo analisados também utilizando o PROC MIXED de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + T_l + (\alpha*T)_{il} + e_{ijkl}$$

Onde: Y_{ijk} = Observação ijk ; μ = média geral; α_i = efeito do tratamento i ; β_j = efeito aleatório do animal j ; γ_k = efeito fixo do período k ; T_l = efeito do tempo l ; $(\alpha*T)_{il}$ = efeito da interação entre o tratamento i e o tempo l ; e_{ijkl} = efeito do erro com a média 0 e variância σ^2 , a variância entre medidas dentro dos animais. Para todas as análises foi adotado nível de significância de 0,05 como valor crítico da probabilidade de erro tipo I.

RESULTADOS

Os consumos de MS, FDNcp e FDNi apresentaram efeito quadrático ($p < 0,05$) com consumos máximos de 1163; 586 e 160 g/Kg nos níveis de 43,34; 33,89 e 24,85% de substituição da cana-de-açúcar por palma miúda, respectivamente (Tabela 3).

Para a dinâmica ruminal foi observado redução linear ($p < 0,05$) nos pools de MS, FDN e FDNi com a substituição da cana-de-açúcar por palma miúda (Tabela 4).

Tabela 3 – Consumos de nutrientes por ovinos alimentados com as dietas experimentais

Item	Níveis de Substituição (%)					EPM	P-Valor	
	0	18	36	54	72		L	Q
Consumo (g/Kg)								
Matéria seca ¹	905	1086	1194	1090	1078	0,037	0,011	<0,001
FDNcp ^{2;2}	268	270	305	283	251	0,016	0,616	0,016
FDNi ³	149	163	156	146	128	0,006	0,016	0,018

¹Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína, ¹ $Y = 915,64 + 11,415x - 0,1317x^2$, ² $Y = 261,74 + 1,8675x - 0,0276x^2$, ³ $Y = 150,63 + 0,7357x - 0,0148x^2$

A substituição da cana-de-açúcar por palma miúda proporcionou aumento ($p < 0,05$) nas taxas ingestão (K_i) e degradação (K_d) da MS e, efeito quadrático ($p < 0,05$) para a taxa de passagem (K_p) com valor máximo de $0,035 \text{ h}^{-1}$ no nível de substituição de 44%. Houve aumento linear ($p < 0,05$) nas taxas de ingestão (K_i), passagem (K_p) e degradação (K_d) da FDN e na taxa de passagem (K_{pi}) da FDNi com a substituição da cana-de-açúcar por palma miúda.

Tabela 4 – Pools ruminais e taxas de ingestão (ki), passagem (kp) e degradação (kd) em ovinos

Item	Níveis de Substituição (%)					EPM	P – Valor	
	0	18	36	54	72		L	Q
Pool Ruminal (g)								
MS ¹	496,2	443,0	444,2	451,2	393,6	26,5218	0,037	0,976
FDNcp ²	302,2	247,6	251,8	232,4	208,6	20,1038	0,008	0,623
FDNi ³	188,2	149,4	144,4	124,4	118,8	16,8689	0,010	0,431
MS (h^{-1})								
Ki ⁴	0,077	0,107	0,114	0,100	0,120	0,0072	0,005	0,156
Kp ⁵	0,024	0,030	0,031	0,032	0,029	0,0022	0,130	0,049
Kd ⁶	0,053	0,076	0,083	0,068	0,091	0,0062	0,005	0,344
FDN (h^{-1})								
Ki ⁷	0,038	0,054	0,053	0,051	0,060	0,0035	0,004	0,256
Kp ⁸	0,015	0,020	0,020	0,022	0,021	0,0015	0,016	0,066
Kd ⁹	0,023	0,034	0,033	0,028	0,039	0,0025	0,006	0,670
FDNi (h^{-1})								
Kpi ¹⁰	0,035	0,047	0,050	0,050	0,051	0,0037	0,014	0,097

EPM= erro padrão da média; L= efeito linear; Q= efeito quadrático; MS= Matéria seca; FDNcp= Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDNi= Fibra em detergente neutro indigestível
¹Y= 504,74 - 19,7x; ²Y= 309,24 - 20,24x; ³Y= 194,18 - 16,38x; ⁴Y= 0,0799 + 0,0079x; ⁵Y= 0,0242 + 0,0004x - 0,000004x²; ⁶Y= 0,0538 + 0,0068x; ⁷Y= 0,0389 + 0,0041x; ⁸Y= 0,0154 + 0,0014x; ⁹Y= 0,0236 + 0,0026x; ¹⁰Y= 0,0361 + 0,0035x

Não houve interação ($p > 0,05$) entre os tempos de coleta e os níveis substituição da cana-de-açúcar por palma miúda sobre o pH e as concentrações de AGV e NAR (Tabela 5).

O pH ruminal diminuiu linearmente ($p < 0,05$) com a substituição da cana-de-açúcar por palma miúda (Tabela 5). Porém, ao longo dos horários de coleta apresentou efeito quadrático ($p < 0,05$) com valor mínimo estimado em 5,99; 4,1 horas após a alimentação.

O NAR expressou efeito quadrático ($p < 0,05$) em função dos horários de coleta, com concentração máxima de 18,60 mg/dL estimada às 0,68 horas após a alimentação. Porém, não houve efeito ($p > 0,05$) da substituição da cana-de-açúcar por palma miúda sobre o NAR.

Em relação aos ácidos graxos de voláteis (AGV), foi observado aumento linear ($p < 0,05$) na concentração de acetato com a substituição da cana-de-açúcar por palma miúda e também para a relação acetato/propionato. Em função dos horários de coleta o acetato e a relação acetato/propionato demonstraram efeito quadrático ($p < 0,05$) com concentração máxima de 56,54 mmol/L às 3,70 horas e relação mínima de 1,88 às 4,03 horas após a alimentação, respectivamente.

A concentração de propionato não foi influenciada ($p > 0,05$) pela dieta, porém mostrou efeito quadrático ($p < 0,05$) em função dos horários de coleta com valor máximo de 29,00 mmol/L estimado às 3,81 horas após a alimentação.

A concentração de butirato apresentou efeito quadrático ($p < 0,05$) com a substituição da cana-de-açúcar por palma miúda e em função dos horários de coleta, com concentrações máximas de 14,06 mmol/L com 64,17% de substituição e 12,69 mmol/L estimado às 4,19 horas após a alimentação, respectivamente.

A concentração total dos ácidos graxos voláteis aumentou linearmente ($p < 0,05$) com a inclusão de palma nas dietas experimentais. Em função dos horários de coleta os AGV's totais apresentaram efeito quadrático ($p < 0,05$) com concentração máxima de 98,42 mmol/L estimado às 2,89 horas após a alimentação matinal.

Tabela 5 – Parâmetros ruminais em ovinos alimentados com as dietas experimentais

Parâmetro	Níveis de Substituição (%)					EPM	P-valor				Trat x Tempo
	0	18	36	54	72		Efeito da Substituição		Efeito do Tempo		
							L	Q	L	Q	
pH	6,31	6,12	6,21	5,99	6,07	0,055	0,012 ¹	0,854	<0,001	<0,001 ²	0,628
NAR (mg/dL)	16,27	20,18	16,36	15,42	14,37	0,855	0,270	0,063	<0,001	0,020 ³	0,415
Ácidos Graxos Voláteis (mmol/L)											
Acetato	33,49	52,06	48,18	68,65	62,00	4,470	<0,001 ⁴	0,095	0,050	0,013 ⁵	0,554
Propionato	21,88	25,95	21,60	30,15	23,45	1,586	0,231	0,234	<0,001	<0,001 ⁶	0,149
Butirato	7,48	12,17	11,38	14,57	13,86	0,829	<0,001	0,040 ⁷	0,001	0,014 ⁸	0,131
Acet:Prop	1,58	2,06	2,32	2,40	2,72	0,115	<0,001 ⁹	0,316	<0,001	<0,001 ¹⁰	0,235
Total	63,22	90,17	81,16	113,37	98,71	11,739	0,0003 ¹¹	0,117	0,004	<0,001 ¹²	0,168

EPM = erro padrão da média, L = efeito linear; Q = efeito quadrático; Trat = tratamento, NAR = nitrogênio amoniacal ruminal

¹Y= 6,323 - 0,061x; ²Y= 6,41 - 0,205x + 0,025x²; ³Y= 18,509 + 0,272x - 0,2x²; ⁴Y= 38,154 + 0,4089x; ⁵Y= y = 47,396 + 4,9433x - 0,6681x²; ⁶Y= 17,705 + 5,9303x - 0,7781x²; ⁷Y= 7,8857 + 0,1925x - 0,0015x²; ⁸Y= 10,506 + 1,0428x - 0,1244x²; ⁹Y= 1,692 + 0,0146x; ¹⁰Y= 2,769 - 0,443x + 0,055x²; ¹¹Y= 70,49 + 0,5232x; ¹²Y= 75,204 + 12,257x - 1,6181x²

DISCUSSÃO

Nos pools ruminais de MS, FDN_{cp} e FDN_i os maiores resultados no nível 0% de substituição podem ser explicados pela maior proporção de fibra indigestível advinda da cana-de-açúcar (Tabela 1) que contribuiu para a menor taxa de degradação da FDN, ocorrendo acúmulo de digesta no rúmen devido a sua menor taxa de passagem (Tabela 4). A maior proporção de fração indigestível da cana-de-açúcar aumenta a repleção ruminal, de modo a impactar negativamente no consumo dessa forrageira (Siqueira et al. 2012), conforme também é observado nesta pesquisa (Tabela 3). Contrariamente, a taxa de degradação geralmente é relacionada a solubilidade dos substratos (Kozloski, 2019).

Segundo Oliveira et al. (2016), a substituição de um alimento com fibra de baixa degradação ruminal e alta retenção no rúmen, como ocorre com a cana-de-açúcar, por um alimento com baixo teor de FDN e elevada degradação ruminal promove aumento da taxa de passagem. Apesar das taxas de ingestão e degradação da MS aumentarem linearmente, o consumo de MS reduziu a partir de 43,34% (Tabela 3), isto é, próximo do nível que houve redução da taxa de passagem da MS (Tabela 4). A redução do consumo após o nível de 43,34% de substituição pode ser explicado pela maior taxa de degradação da matéria seca, sugerindo o controle pelo fator fisiológico (Salomão et al. 2015).

A fibra fisicamente efetiva da dieta reduziu drasticamente com a substituição, uma vez que a participação da FDN_{cp} da cana-de-açúcar foi de (91,8; 79,4; 68,1; 48,2 e 29,3%) em relação ao total de FDN_{cp} das dietas nos níveis de 0, 18, 36, 54 e 72% de substituição, respectivamente. Este comportamento pode explicar a redução linear do pH com variação 6,31 a 6,07, possivelmente por uma diminuição na atividade mastigatória, reduzindo a secreção salivar bem como sua capacidade tamponante.

Segundo Dijkstra et al. (2012) e Berchielli et al. (2011), existe uma relação inversa entre a concentração de AGV no rúmen e o pH ruminal. No presente estudo verificou-se que a

substituição de cana-de-açúcar por palma miúda proporcionou maior produção total de AGV, enquanto que o pH reduziu (Tabela 5).

Segundo Van Soest (1994), a degradação da fibra pode ser afetada negativamente quando o pH ruminal encontra-se abaixo de 6,2. Este pH crítico pode não estar relacionado a um efeito direto sobre a atividade da celulose, onde a celulase age por um mecanismo de catálise ácida sendo ativada em vez de inibida pelo pH levemente ácido (Dijkstra et al. 2012). Outro aspecto a ser considerado é que a mucilagem contida na palma pode levar à produção de timpanismo espumoso e, conseqüentemente, pode reduzir a absorção dos AGV's, resultando em abaixamento do pH, porém sem comprometimento na digestão dos nutrientes (Bispo et al. 2007).

Os microrganismos ruminais utilizam o NAR como fonte de nitrogênio para formação de proteína microbiana, sendo 50 a 80% do N microbiano oriundo deste (Pereira et al. 2009). Não houve efeito da substituição para o nitrogênio amoniacal ruminal, podendo ser justificado pela composição das dietas experimentais, em que os teores de CNF e PB mantiveram-se constantes, favorecendo o crescimento microbiano.

Segundo Santana Neto et al. (2012), a concentração de amônia ruminal permite o conhecimento do desbalanceamento na digestão de proteína, pois, quando ocorrem altas concentrações de amônia pode estar havendo excesso de proteína dietética degradável no rúmen e/ou, baixa concentração de carboidratos degradáveis no rúmen. Van Soest (1994); Sampaio (2007) e Detmann et al. (2009) sugerem concentrações de 10 mg/dL; 9,64 mg/dL e 8,0 mg/dL de NAR, respectivamente, que seriam suficientes para promover taxas máximas de crescimento microbiano. A concentração média de NAR no presente estudo foi de 16,52 mg/dL, ficando próximos do indicado por Detmann et al. (2014), de 15 mg/dL para maximizar a digestão da fibra pelos microrganismos ruminais.

O aumento dos teores de palma nas dietas influenciou a concentração de acetato e a relação acetato/propionato que aumentaram linearmente (Tabela 5). De acordo com Batista et al. (2003), em um estudo avaliando a composição química de três variedades de palma forrageira, estimou em média 35,8% de fibra solúvel em detergente neutro (FSDN). Embora a FSDN faça parte dos carboidratos não fibrosos (CNF), que inclui a pectina, ácido galacturônico, β -glucanos e frutanas, os mesmos autores salientaram que a fermentação ruminal da FSDN é diferente de outros componentes do CNF, na medida em que tende a produzir menos ácido láctico e mais acetato aumentando a relação acetato:propionato (Wanderley et al. 2012).

A substituição da cana-de-açúcar pela palma miúda não influenciou as concentrações do propionato (Tabela 5), este comportamento pode ser explicado devido as proporções de concentrado e CNF não variarem nas dietas. Já as proporções de butirato apresentaram comportamento quadrático podendo ser explicado pelo aumento do acetato, uma vez que a síntese do butirato pode ocorrer no rúmen a partir do acetato ou de outros compostos que resultem a Acetil-CoA (Berchielli et al. 2011).

Apesar do pH ter diminuído linearmente, os valores não comprometem o crescimento microbiano e conseqüentemente a digestão da matéria seca. A concentração de NAR não foi influenciada, obtendo valor médio apropriado para um bom funcionamento do rúmen. Neste sentido, recomenda-se a substituição máxima de 44% de cana-de-açúcar por palma miúda para maximizar as taxas de passagem refletindo em maior consumo de matéria seca e nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, M. S. e Linton, J. A. V. 2007. In vivo methods to measure digestibility and digestion kinetics of feed fractions in the rumen. In: Rennó, F.P., Silva, L.F.P. (Eds.), Proceedings of the Simpósio Internacional Avanços em Técnicas de Pesquisa em Nutrição de Ruminantes, 2007. Pirassununga, São Paulo, Brasil. 72-89.
- AOAC 2000 'Official Methods of Analysis.' Association of Official Analytical Chemists: Arlington, VA. 937.
- Batista, A. M., Mustafa, A. F., Mcallister, T., Wang, Y., Soita, H. e McKinnon, J. J. 2003. Effects of variety on chemical composition, in situ nutrient disappearance and in vitro gas production of spineless cacti. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83, 440-445.

- Berchielli, T. T., Pires, A. V., Oliveira, S. G. 2011. *Nutrição de Ruminantes*. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 616.
- Bispo, S. V., Ferreira, M. A., Vêras, A. S. C., Batista, A. M. V., Pessoa, R. A. S. e Bleuel, M. P. 2007. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1902–1909.
- Correia, R. C., Piedade, L. H., Moura, K. M. S. B., Cunha, T. J. F., Jesus Júnior, L. A. e Araújo, J. L. P. 2011. A região semiárida brasileira. Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Embrapa Semiárido. 21- 48.
- Detmann, E., Paulino, M. F., Mantovani, H. C., Valadares Filho, S. C., Sampaio, C. B., Souza, M. A., Lazzarini, I. e Detmann, K. S. C. 2009. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. *Livestock Science*, 126, 136–146.
- Detmann, E. e Valadares Filho, S. C. 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62, 980–984.
- Detmann, E.; Souza, M. A.; Valadares Filho, S. C.; Queiroz, A. C.; Berchielli, T. T.; Saliba, E. O. S.; Cabral, L. S.; Pina, D. S.; Ladeira, M. M. E Azevedo, J. A. G. 2012. Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco: Suprema: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. 214.
- Detmann, E., Valente, E. E. L., Batista, E. D. e Huntanen, P. 2014. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. *Livestock Science*, 162, 141–153.
- Dijkstra, J., Ellis, J. L., Kebreabb, E., Strathebe, A. B., López, S., France, J. e Bannink, A. 2012. Ruminal pH regulation and nutritional consequences of low pH. *Animal Feed Science and Technology*, 172, 22–33.
- Krizsan, S. J. e Huhtanen, P. 2013. Effect of diet composition and incubation time on feed indigestible neutral detergent fiber concentration in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96, 1715-1726.
- Licitra, G., Hernandez, T. M., Van Soest, P. J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 57, 347–358.
- Kozloski, G. V. 2019. *Bioquímica dos ruminantes*. 3. ed. revista e ampliada. 2ª reimpressão. – Santa Maria: Ed. da UFSM, 216 p.
- Mertens, D. R. 2002. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 85, 1217–1240.
- Oliveira, J. P. F., Ferreira, M. A., Alves, M. S. V., Melo, A. C. C., Andrade, I. B., Suassuna, J. M. A., Barros, L. J. A., Melo, T. T. B. e Silva, J. L. 2016. Spineless cactus as a replacement for sugarcane in the diets of finishing lambs. *Tropical Animal Health and Production*, 49, 139–144.
- Pereira, E. S., Mizubuti, I. Y. V., Selaive, A. B., Oliveira, S. M. P. e Pimentel, P. G. 2009. Variáveis ruminais em novilhos alimentados com feno de Tifton 85 com diferentes tamanhos de partículas. *Semina: Ciências Agrárias*, 30, 243.
- Reis Filho, R. J. C. e Oliveira, F. Z. 2014. Opções de produção de alimentos para a pecuária de Pernambuco - Uso das áreas irrigadas. Fórum Permanente de Convivência Produtiva com as Secas, 33.
- Rocha, J. E. S. 2012. *Palma Forrageira no Nordeste do Brasil: Estado da Arte*. Embrapa Caprinos e Ovinos, 40.
- Salomão, B. M., Valadares Filho, S. C., Villela, S. D.J., Santos, S. A., Costa e Silva, L. F. e Rotta, P. P. 2015. Desempenho produtivo de bovinos alimentados com cana-de-açúcar com

- diferentes níveis de concentrado. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67, 1077–1086.
- Sampaio, C. B. 2007. Consumo, digestibilidade e dinâmica ruminal em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade suplementados com compostos nitrogenados. (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- Santana Neto, J. A., Oliveira, V. S., Valença, R. L. e Cavalcante, L. A. D. 2012. Características Da Fermentação Ruminal De Ovinos Em Pastejo – Revisão De Literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, 1–12.
- Siécola Júnior¹, S., Bitencourt¹, L. L., Melo, L. Q., Silveira, V. A., Lopes, N. M., Silva, J. R. M., Perreira, R. A. N. e Perreira, M. N. 2014. Despalha da cana-de-açúcar e desempenho de novilhas e vacas leiteiras. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66, 219–228.
- Siqueira, G. R., Roth, M. T. P., Moretti, M. H., Benatti, J. M. B. e Resende, F. D. 2012. Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13, 991–1008.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476.
- Wanderley, W. L., Ferreira, M. A., Batista, A. M. V., Vêras, A. S. C., Bispo, S. V., Silva, F. M. e Santos, V. L. F. 2012. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13, 444–456.