

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**FARELO DE PALMA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO EM DIETAS
PARA CAPRINOS**

FABIANO ALMEIDA DE OLIVEIRA

**SALVADOR – BAHIA
AGOSTO/2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**FARELO DE PALMA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO EM DIETAS
PARA CAPRINOS**

FABIANO ALMEIDA DE OLIVEIRA
Engenheiro Agrônomo

**SALVADOR – BAHIA
AGOSTO/2016**

FABIANO ALMEIDA DE OLIVEIRA

**FARELO DE PALMA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO EM
DIETAS PARA CAPRINOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia como requisito para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho
Co-Orientador: Prof. Dr. Robson José Freitas Oliveira

**SALVADOR – BAHIA
AGOSTO/2016**

FABIANO ALMEIDA DE OLIVEIRA

**FARELO DE PALMA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO EM
DIETAS PARA CAPRINOS**

**Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 26 de
agosto de 2016.**

Comissão Examinadora:

Gleudson Giordano Pinto de Carvalho
Universidade Federal da Bahia
Orientador

José Augusto Gomes Azevedo
Universidade Estadual de Santa Cruz

Douglas dos Santos Pina
Universidade Federal da Bahia

Stefanie Alvarenga Santos
Universidade Federal da Bahia

Manuela Silva Líbano Tosto
Universidade Federal da Bahia

**SALVADOR – BAHIA
AGOSTO/2016**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, Senhor e Salvador de minha vida, por me sustentar até aqui, pelo seu amor incondicional, por ter permitido a realização de mais essa vitória, e pelas suas infinitas misericórdias. Obrigado, Jesus!

Aos meus pais, Valdir e Valdemira, pelo amor e cuidado. Aos meus irmãos, pela amizade e pelos momentos descontraídos que vivemos juntos desde a infância. Amo vocês.

À minha esposa, Taiane, por ser minha companheira, amiga e conselheira, e por ter me dado tanta força durante esses anos de convivência.

Ao meu orientador, Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, pela orientação e pelos conhecimentos transmitidos ao longo desses anos.

Ao meu coorientador Robson José Freitas Oliveira, por todo o apoio.

À Universidade Federal da Bahia, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e ao Laboratório de Nutrição Animal, pela oportunidade de realização das análises e pelo apoio.

À CAPES, pela bolsa de estudo durante parte do curso.

À FAPESB, pela bolsa de estudo;

Ao colega e amigo, Dalysson Coura, por todo o seu empenho e dedicação na condução dessa pesquisa, garantindo o seu sucesso.

Ao colega Silvaney, pela participação na condução do experimento.

Ao amigo Messias, que esteve presente do início ao fim nos ajudando na condução do experimento;

Aos colegas do Programa, Luiz e Paula, pelo apoio e pela troca de conhecimentos na escrita desta tese.

Aos funcionários da fazenda experimental, em especial ao Florisval e Alisson, pelo apoio.

Aos estagiários que participaram direta ou indiretamente na condução do experimento, em especial a Camila Oliveira, Priscila Mendes, Tércia e Raissa.

A todos que contribuíram de alguma forma para que este trabalho pudesse ser concluído. Muito obrigado, e que Deus abençoe cada um de vocês, assim como me abençoou ao colocá-los em nossas vidas neste momento!

LISTA DE TABELAS

| Tabela | CAPÍTULO I | Página |
|--------------------|--|--------|
| 01. | Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais | 24 |
| 02. | Composição percentual dos ingredientes nas dietas experimentais e sua composição bromatológica | 25 |
| 03. | Consumo diário dos componentes nutricionais em cabritos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho | 30 |
| 04. | Digestibilidade dos componentes nutricionais e níveis de nutrientes digestíveis totais em dietas para caprinos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho | 32 |
| 05. | Balanço de nitrogênio em cabritos submetidos a dietas com farelo de palma em substituição ao milho | 33 |
| 06. | Concentrações de N-amoniaco e ácidos graxos de cadeia curta (mg/100mL) no líquido ruminal de cabritos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho | 34 |
| 07. | Medidas morfométricas das papilas ruminais de cabritos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho | 35 |
| 08. | Desempenho de cabritos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho | 38 |
| CAPÍTULO II | | |
| 01. | Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais | 52 |
| 02. | Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais e sua composição bromatológica | 53 |
| 03. | Consumo de matéria seca (CMS) e fibra em detergente neutro (FDN), atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio em cabritos submetidos a dietas com farelo de palma em substituição ao milho | 57 |

| | | |
|-----|--|----|
| 04. | Eficiências de alimentação e ruminação em caprinos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho | 58 |
| 05. | Frequência e tempo médio despendido por período nas atividades de alimentação, ruminação e ócio e consumo de MS e FDN por período de alimentação em cabritos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho | 59 |

CAPÍTULO III

| | | |
|-----|--|----|
| 01. | Rendimento da carcaça de cabritos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho | 76 |
| 02. | Componentes não carcaças de cabritos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho | 77 |
| 03. | Rendimento dos cortes comerciais, em relação ao peso da meia carcaça reconstituída, de caprinos alimentados com farelo de palma em substituição ao milho | 78 |
| 04. | Índice de musculosidade e relação dos tecidos muscular, adiposo e ósseo de cabritos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho | 80 |
| 05. | Conformação, acabamento, marmoreio em carcaças de cabritos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho | 82 |
| 06. | Composição centesimal da carne de cabritos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho | 82 |
| 07. | Características físico-químicas da carne cabritos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho | 84 |
| 08. | Características sensoriais da carne de caprinos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho | 85 |
| 9. | Componentes principais, autovalores e porcentagem de variância associados às variáveis sensoriais de amostras de | 87 |

carne de caprinos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho, obtidos de 320 observações milho

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 3 |
| REVISÃO DE LITERATURA | 7 |
| Caprinocultura no Semiárido brasileiro | 7 |
| A palma Forrageira..... | 8 |
| Palma Forrageira na alimentação de ruminantes..... | 9 |
| Uso do farelo da palma..... | 10 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 7 |
| CAPÍTULO I - Desempenho produtivo, metabólico e morfometria ruminal de caprinos submetidos a dietas com farelo de palma em substituição ao milho | 20 |
| RESUMO.. | 21 |
| ABSTRACT. | 21 |
| INTRODUÇÃO..... | 22 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 23 |
| Princípios éticos da experimentação..... | 23 |
| Local de experimentação | 23 |
| Animais e instalações..... | 24 |
| Dietas experimentais, manejo alimentar e consumo..... | 24 |
| Morfometria ruminal e produção de ácidos graxos de cadeia curta | 28 |
| Análises estatísticas | 30 |
| RESULTADO E DISCUSSÃO..... | 30 |
| CONCLUSÕES | 39 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 39 |
| CAPÍTULO II - Comportamento ingestivo de caprinos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho..... | 49 |
| RESUMO. | 50 |
| ABSTRACT | 50 |
| INTRODUÇÃO..... | 51 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 52 |
| Princípios éticos da experimentação..... | 52 |
| Local de experimentação | 52 |

| | |
|---|----|
| Animais e instalações..... | 52 |
| Dietas experimentais, manejo alimentar e consumo..... | 52 |
| Comportamento ingestivo..... | 55 |
| Análises estatísticas | 56 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 57 |
| CONCLUSÕES..... | 61 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 61 |
| CAPÍTULO III - Características quantitativas e qualitativas de carcaça e da carne de caprinos submetidos a dietas com farelo de palma em substituição ao milho .. | 67 |
| RESUMO | 68 |
| ABSTRACT | 68 |
| INTRODUÇÃO..... | 69 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 70 |
| Princípios éticos da experimentação..... | 70 |
| Local de experimentação | 70 |
| Animais e instalações..... | 70 |
| Manejo alimentar | 71 |
| Abate..... | 71 |
| Rendimento da carcaça e constituintes não carcaça | 71 |
| Morfometria..... | 72 |
| Cortes comerciais..... | 72 |
| Índice de musculosidade, conformação, acabamento e marmoreio..... | 73 |
| Características físico-químicas e Composição centesimal | 74 |
| Avaliação sensorial da carne..... | 75 |
| Análise estatísticas | 76 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 76 |
| CONCLUSÃO..... | 89 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 89 |

INTRODUÇÃO GERAL

O Semiárido brasileiro apresenta limitações para atividades agropecuárias, especialmente ocasionadas pela concentração de chuvas em apenas três meses do ano, que, associada às elevadas temperaturas e às características edafológicas (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011), reduzem a disponibilidade e qualidade das forragens, limitando os índices produtivos na exploração de ruminantes (GUSHA et al., 2015; GOULART e FAVERO, 2011).

Nesse cenário, a caprinocultura tem grande importância social e econômica, tanto por fatores históricos como pelas características edafoclimáticas, determinantes para o vigor dessa atividade, mesmo considerando que, 92% do efetivo nacional se concentra nesta região (ANUALPEC, 2015) e que a exploração é predominantemente extensiva. Melhorias nos índices produtivos podem ser alcançadas quando se faz uso de alimentos concentrados que supram as carências nutricionais impostas pelo déficit de forragem durante a estiagem (EINKAMERER et al., 2009).

Em decorrência da estacionalidade, é comum ocorrer variação nos preços dos alimentos concentrados, energéticos e proteicos, especialmente do milho, nos períodos mais críticos, e essa variação é agravada pela competitividade com outros mercados, como o consumo humano, a produção de biocombustíveis em outros países, além do emprego na alimentação de outras espécies animais (SILVA-MARQUES et al., 2015).

Esses aspectos reforçam a importância de pesquisas para identificação e avaliação do uso de alimentos alternativos que reduzam os efeitos da sazonalidade (CHAKOMA, 2012) e mantenham a produtividade e qualidade dos produtos (OLIVEIRA et al., 2012).

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) tem sido usada como uma das principais fontes alternativas para a alimentação animal no Semiárido brasileiro (BEM SALEM e SMITH, 2008) e seu potencial produtivo na região decorre principalmente de sua capacidade de adaptação às condições semiáridas (BEM SALEM e SMITH, 2008), sobressaindo-se com produções que podem chegar 40 t MS/ha/ano (DEGU et al., 2009; GUEVARA et al., 2011) quando cultivada em sistemas superadensados. A palma é fonte de energia, com 53,42 de carboidratos não-fibrosos (BEM SALEM e MAKKAR, 2010) e 62% de nutrientes digestíveis totais (MELO et al., 2003). Contudo, apresenta

baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN), em torno de 31,27%, exigindo associação a uma fonte de fibra (CORDOVA-TORRES et al., 2009; BEM SALEM e ABIDI, 2009).

Na busca pela maximização do seu uso, tendo em vista a necessidade de alimentos para compor os concentrados nos sistemas de suplementação (VILLEGAS-DÍAZ et al., 2008), o farelo de palma pode ser uma alternativa viável. Desidratada e processada na forma de farelo, constitui-se um concentrado energético, podendo suprir a demanda por energia dos rebanhos, se fornecida em uma dieta balanceada (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011). Em regiões semiáridas, os produtores conseguem obter na palma a água, um nutriente vital para os sistemas de criação e que compõe até 90% da planta (ALMEIDA, 2012; VÉRAS et al., 2005). Assim, a prática de desidratação visa ao aproveitamento do recurso em propriedades onde a água não é um fator limitante nem é necessário o fornecimento da forragem na forma *in natura*.

Na técnica de desidratação, a palma pode ser colhida no momento de maior produtividade, preservando as características nutricionais no estágio de melhor valor nutritivo, e, depois de colhida, é submetida ao processamento para obtenção do farelo. Em sistemas de cultivo mais adensados, a produtividade de matéria seca por unidade de área (26,31 t/MS/ha/ano) pode ser muito superior à das culturas tradicionalmente usadas como fonte de energia (BEM SALEM e SMITH, 2008).

Nos períodos de estiagem mais prolongada, a colheita dos cladódios preservando-se apenas os cladódios primários, prática realizada por 47% dos produtores, de acordo com Almeida (2012), reduz o índice de área de cladódios remanescentes e a área fotossintética, prejudicando a rebrota do palmal.

A prática de colheitas mais frequentes pode possibilitar a manutenção dos cladódios secundários, o que mantém maior área fotossintética, desde que o corte seja programado para o período de máxima produção (FARIAS et al., 2000).

Algumas pesquisas já foram desenvolvidas visando avaliar a viabilidade do farelo de palma como fonte alternativa na dieta de ruminantes (VÉRAS et al., 2002; VÉRAS et al., 2005; ALMEIDA, 2012; ARAÚJO et al., 2004; ABREU FILHO et al., 2015), incluindo espécies bovinas e ovinas, e até mesmo alguns trabalhos com aves (CARVALHO et al., 2012).

No entanto, uma abordagem voltada para a alimentação de caprinos ainda é uma lacuna e, considerando que o consumo de carne e produtos dessa espécie tem aumentado (BARSIL, 2015), principalmente nos grandes centros urbanos, as perspectivas de comercialização são muito promissoras (VIEIRA et al., 2010).

Acredita-se que essa estratégia alimentar na exploração de caprinos como opção que substitua as potenciais fontes alimentares energéticas também possa garantir desempenho satisfatório.

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho substituir o milho pelo farelo de palma visando obter seu melhor nível de utilização na alimentação de caprinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU FILHO, G.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; CARVALHO, G. G. P.; PEREIRA, M. M. S.; MENDES, F. B. L.; LINS, T. D. A. Impact of increasing levels of spineless-cactus meal on the ingestive behaviour of grazing steers. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.6, p.4457-4468, 2015.

ALMEIDA, R. F. Cactus in the feed of sheep and goats in brasileiro semiarid. **Revista Verde**, v.7, n.4, p.08-14, 2012.

ANDRADE-MONTEMAYOR, H. M.; CODOVA-TORRES, A. V.; GARCIA-GASCA, T.; KAWAS, J. R. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata spp.*) and Nopal (*Opuntia spp.*). **Small Ruminant Research**, v.98, n.1, p.83-92, 2011.

ANUALPEC 2015. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2015. 400p.

ARAÚJO, G. G. L.; GUIMARÃES FILHO, C.; SÁ, I. B. Animal production in semi-arid regions: Brazil. **Examples of the successful conservation and sustainable use of dryland biodiversity**, 2004, p.49-53.

BEM SALEM, H.; ABIDI, S. Recent advances on the potential use of *Opuntia spp.* In livestock feeding. **Acta Horticulturae**, v.811, p.317-324. 2009.

BEM SALEM, H. e MAKKAR, H. P. S. Simple and environmentally friendly options to improve livestock performance under small holder conditions. In: ODONGO, NE.; GARCIA, M.; VILJOEN, G. J (Eds.). Sustainable improvement of animal production and health, 2010, 121p.

BEM SALEM, H.; SMITH, T. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. **Small Ruminant Research**, v.77, n.2, p.174-194, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Caprinos e ovinos. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/caprinos-e-ovinos> acesso em: 13/02/2015.

CARVALHO, A. V.; BRANDÃO, J. S.; BRANDÃO, P. A.; SOUZA, B. B.; FERREIRA, D. H.; SILVA, D. R. P.; ALMEIDA, A. P.; BATISTA, N. L. Farelo de Palma Forrageira na Fase Final de Criação, sobre o Desempenho de Codornas de Corte Criadas no Semiárido. **Revista Científica de Produção Animal**, v.14, n.2, p.177-180, 2012

CHAKOMA, C. Sustainable forage production strategies for small scale livestock production in Zimbabwe. **International Journal Innovation Research**, v.1, n.3, p.85-90, 2012.

CORDOVA-TORRES, A.; GUTIERREZ-BERROETA, L.; KAWAS, J. R.; GARCIA-GASCA, T.; AGUILERA-BARREIRO, A.; MALDA, G.; ANDRADE-MONTEMAYOR. El Nopal (*Opuntia ficus-indica* Mill) puede ser una alternativa de suplementación para caprinos em regiones semiáridas: Efecto del tamaño o madurez de la penca em digestibilidad in vivo y composición. VI Congreso latino-americano de la Asociación de especialistas em pequenos ruminantes y camelidos sudamericanos. XXIV Reunión de la AMPCA. p.143-151, 2009.

DEGU, A.; MELAKU, S. BERHANE, G. Supplementation of isonitrogenous oil seed cakes in cactus (*Opuntia ficus-indica*)-tef straw (*Eragrostis tef*) based feeding of Tigray Highland sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.148, n.2, p.214-226, 2009.

EINKAMERER, O. B.; DE WAAL, H. O.; COMBRINCK, W.J.; FAIR, M. D. Feed utilization and growth of dorperwethers on *Opuntia* based diets. **South African Journal of Animal Science**, v.39, v.2, p.53-57, 2009.

FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; TAVARES FILHO, J. J.; SANTOS, M. V. F.; FERNANDES, A. P. M.; SANTOS, V. F. Manejo de colheita e espaçamento da palma-forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, p.341-347, 2000

GOULART, D. F.; FAVERO, F. A. A cadeia produtiva da ovinocaprinocultura de leite na região central do Rio Grande do Norte: estrutura, gargalos e vantagens competitivas. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.4, n.1, p. 21-36, 2011.

GUEVARA, J. C.; FELKER, P.; BALZARINI, M. G.; PÁEZ, S. A.; ESTEVES, O. R.; PAEZ, M. N.; ANTUNEZ, J. C. Productivity, cold hardiness and forage quality of spineless progeny of the *Opuntia ficus-indica* 1281 x *O. lindheimerii* 1250 cross in Mendoza plain, Argentina. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v.13, n.1, p.48-62, 2011.

GUSHA, J.; HALIMANI, T. E.; NGONGONI, N. T.; NCUBE. Effect of feeding cactus-legume silages on nitrogen retention, digestibility and microbial protein synthesis in goats. **Animal Feed Science and Technology**, v.206, .1, p. 1-7, 2015.

OLIVEIRA, R. L., LEÃO, A. G.; RIBEIRO, O. L.; BORJA, M. S.; PINHEIRO, A. A.; OLIVEIRA, R. L.; SANTANA, M. C. Biodiesel industry by-products used for ruminant feed. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v.25, n.1, p.625-638, 2012.

SILVA-MARQUES, R. P. D.; ZERVOUDAKIS, J. T.; HATAMOTO-

ZERVOUDAKIS, L. K.; CABRAL, L. D. S.; ALEXANDRINO, E.; NETO, A. J. & SILVA, G. Substituição do milho pela glicerina em suplementos múltiplos para novilhos Nelore em pastejo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.1, p.497-5085, 2015.

VÉRAS, R. M. L.; FERREIRA, M. A.; CAVALCANTI, C. V. A.; VÉRAS, A. S. C.; CARVALHO, F. F. R.; SANTOS, G. R. A.; ALVES, K. S.; JÚNIOR MAIOR, R. J. S. Substituição do Milho por Farelo de Palma Forrageira em Dietas de Ovinos em Crescimento. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.249-256, 2005.

VERAS, R. M. L.; FERREIRA, M. A.; CARVALHO, F. F. R.; VERAS, A. S. C. Farelo de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição ao milho: digestibilidade aparente de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1302-1306, 2002.

VIEIRA, M. M. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; BOMFIM, M. A. D.; SEVERINO, L. S.; ZAPATA, J. F. F.; BESERRA, L. T.; FERNANDES, J. P. B. Características da carcaça e dos componentes não-carcaça em ovinos alimentados com rações à base de farelo de mamona. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p.140-149, 2010.

VILLEGAS-DÍAZ, J. L. O.; AGUILAR-BORJAS, J. H.; ANDRADE-MONTEMAYOR, H. M.; BUSURTO-GUTIERREZ, R.; JIMENEZ-SEVERINO, H.; VERA-AVILA, H. R. Efecto del tamaño de la penca de nopal (*Opuntia ficus-indica*) sobre la degradabilidad in situ y cinética de degradación de la proteína bruta em caprinos. **XXII Reunión Nacional sobre caprinocultura**, 2008.

REVISÃO DE LITERATURA

Caprinocultura no Semiárido brasileiro

As regiões climaticamente caracterizadas como áridas e semiáridas representam aproximadamente 55% das terras do planeta (NUNES, 2011), abrangendo cerca de 20% da população mundial (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011), que sofre constantemente com a seca, que traz sérios prejuízos também ao setor agropecuário (LIRA et al., 2006). No Brasil, a zona semiárida perfaz uma área de 980.133,079 km², correspondendo a aproximadamente 11,5% do território nacional (INSA, 2010).

Trata-se de áreas onde a pecuária é uma das principais atividades econômicas, desempenhando importante papel no sistema agropecuário da região (ECHAVARRIA et al., 2006). Entretanto, um dos principais entraves para o êxito dessa atividade é a disponibilidade de forragem, que é significativamente limitada pela deficiência hídrica no solo, somada às altas temperaturas e à elevada evapotranspiração (MALPAUX, 2005).

Nesse cenário, destaca-se o rebanho caprino, explorado de forma predominantemente extensiva, tendo como dieta básica a vegetação nativa, apresentando baixos índices produtivos. Para se elevar esses índices, Oliveira et al. (2010) recomendam maior valorização das forrageiras adaptadas. A menor quantidade e a baixa qualidade das forragens nos períodos mais críticos exigem maior uso de concentrados tradicionais (LINS et al., 2016), aumentando o custo de produção (SUDENE, 2010).

A Região Nordeste detém o maior efetivo caprino, 8.769 milhões de animais (IBGE, 2014), que ultimamente tem deixado de ser uma exploração de subsistência, passando a ter participação mais efetiva no agronegócio brasileiro, tornando-se uma atividade de importância crescente na geração de alimento e renda para a população (LIMA et al., 2010).

Caprinos têm capacidade adaptativa a condições adversas, porém, quando criados de forma extensiva, submetidos a escassez de alimentos, não expressam totalmente o seu potencial produtivo (SILVA et al., 2005). Assim, as possibilidades de sucesso da exploração são maiores quando se utilizam forrageiras com potencial de produção e adaptadas às condições edafoclimáticas (CÂNDIDO et al., 2013).

Segundo Oliveira et al. (2010), o sucesso desses ecossistemas em desequilíbrio fica condicionado ao manejo sustentável de sistemas agrícolas. Em função da queda de produtividade nos períodos críticos, tem-se verificado aumento no número de pesquisas para avaliação de com alimentos alternativos (GUSHA et al., 2015), entre eles, a palma forrageira, um alimento com alta produção de matéria seca (kg/ha) e energia (NEFZAOU, 2010; WANDERLEY et al., 2002).

A palma forrageira

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) é nativa do México, onde é explorada desde o período pré-hispânico (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011). Atualmente é cultivada em todos os continentes, com diversas finalidades, e no Brasil sua utilização se dá basicamente para alimentação animal (COSTA et al., 2008).

Pertencente à família cactácea, a palma possui cerca de 130 gêneros e 500 espécies, das quais 300 são do gênero *Opuntia* (MOHAMED-YASSEEN et al., 1996), que, juntamente com o gênero *Nopalea*, compõe o grupo dos mais importantes, pela diversidade no seu uso (FEUGANG et al., 2006). As circunstâncias climáticas das regiões semiáridas fazem da palma forrageira um alimento estratégico quando há limitação no crescimento de outras forrageiras, sobretudo em condições de baixo índice pluviométrico (CAVALCANTI et al., 2008).

No semiárido brasileiro, constitui um importante recurso forrageiro, especialmente durante a estiagem, pela sua rusticidade e potencial de produção de forragem de valor nutritivo (TEGEGNE et al., 2007; SOUSA e SOUSA NETO, 2012). A área plantada no Semiárido ultrapassa 600.000 ha, com destaque para os estados de Alagoas e Pernambuco (DUBEUX JÚNIOR et al., 2013). A produtividade média de matéria verde (MV) observada por Santos et al. (2006) para a variedade Gigante em sistema de plantio com espaçamento de 1,0 m × 0,5 m foi de 354 t/ha, correspondendo a 28,88 t MS/ha a cada dois anos.

Além da produtividade, Rocha (2012) aponta como fatores que estimulam o cultivo a preocupação ambiental com a conservação da biodiversidade forrageira, a oferta de alternativas de alimento para os animais, a lucratividade da atividade pecuária para garantia de alimento para as populações locais (REYNOLDS e ARIAS, 2001).

Verifica-se ainda como fator importante para sua exploração, como espécie

adaptada às condições semiáridas, o fato de contribuir para a sustentabilidade da cadeia produtiva nessas regiões, melhorando as condições de permanência do homem no campo (DUBEUX JÚNIOR et al., 2013) com o fortalecimento da agricultura e da pecuária familiar.

Há grande diversidade no uso de palma (CEFOLA et al., 2014; ATEF et al., 2013), que inclui desde o consumo *in natura* até a produção de farelos. A palma pode ser usada ainda como emoliente se adicionada a restos culturais, com palhadas e subprodutos industriais, que podem compor até 80% da dieta dos animais (SOARES II e SILVA JÚNIOR, 2012). Sua grande adaptação às condições locais se dá ao fato de pertencer ao grupo das crassuláceas, cujo metabolismo é diferenciado, por a abertura dos estômatos ocorrer essencialmente à noite, quando a evapotranspiração é reduzida, diminuindo as perdas de água (GUEVARA et al., 2009).

Essa característica faz da palma forrageira uma planta muito eficiente no uso da água, chegando a ser até 11 vezes superior à das plantas C3, tornando-se inigualavelmente adaptável (GUEVARA et al., 2009; FERREIRA et al., 2008) e podendo alcançar produtividade de até 60 t MS/ha em sistemas de produção adensados (SEAGRI, 2007). Isso confere à palma a possibilidade de uso na alimentação animal, podendo compor parcialmente a dieta.

Palma forrageira na alimentação de ruminantes

Na busca por alimentos alternativos que possibilitem a produção animal em períodos de déficit de forragens, a palma forrageira torna-se opção viável (KHANUM et al., 2007), devido à sua capacidade produtiva de forragem (ATTI et al., 2006) de valor nutritivo e energético, com 58% de carboidratos não-fibrosos (BEM SALEM e ABIDI, 2009).

Os criadores de pequenos ruminantes no Semiárido brasileiro tradicionalmente adotam sistemas extensivos de produção (VILELA et al., 2010), tendo como principal fonte de alimentação a vegetação nativa, cuja oferta de biomassa reduz no período de maior déficit hídrico, afetando diretamente os rebanhos (DE WAAL et al., 2013). Assim, os rebanhos ficam na dependência de suplementação com alimentos concentrados tradicionais, que geralmente são mais procurados nesses períodos,

tornando-se mais caros (FERREIRA et al., 2009).

Para atender à demanda por produtos de origem caprina, é necessária aumentar a disponibilidade de forragem, e a palma forrageira é uma alternativa (COSTA et al., 2012), especialmente nos períodos mais críticos (EINKAMERER et al., 2009; EMATER, 2012).

Algumas características nutricionais da palma, como os teores de carboidratos não-fibrosos (58%) e NDT (63,27%) e seu coeficiente de digestibilidade de MS, em torno de 67% (BISPO et al., 2007), tornam-na importante alternativa alimentar (PESSOA et al., 2009; SOUSA et al., 2012) e potencial fonte de energia para ruminantes (MENEZES et al., 2010; ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011).

O valor nutricional da palma varia de acordo com a espécie (MISRA et al., 2006), a idade e as condições de cultivo. Segundo Ferreira et al. (2011), independentemente do gênero, a palma apresenta baixos teores de matéria seca ($11,69 \pm 2,56\%$), proteína bruta ($4,81 \pm 1,16\%$), fibra em detergente neutro ($26,79 \pm 5,07\%$) e fibra em detergente ácido ($18,85 \pm 3,17\%$), mas contém bons teores de carboidratos totais ($81,12 \pm 5,9\%$), carboidratos não-fibrosos ($58,55 \pm 8,13\%$) e matéria mineral ($12,04 \pm 4,7\%$) (ATTI et al., 2006).

Algumas pesquisas foram desenvolvidas com o objetivo de avaliar o desempenho de ruminantes submetidos a dietas à base de palma, a exemplo de Lima et al. (2010), que avaliaram a substituição de milho por palma forrageira na dieta de cabras e não observaram redução no consumo de MS. Em espécies caprina e ovina, Cavalcanti et al. (2008) avaliaram o comportamento ingestivo e concluíram que os padrões de alimentação não são afetados pela inclusão de palma na dieta desses animais.

Avaliando o uso de palma fresca ou desidratada em dietas para ovinos, Andrade et al. (2016) verificaram que a substituição parcial ou total do feno de capim-tifton 85 por palma forrageira fresca ou desidratada em dietas completas para ovelhas aumentou o peso, o rendimento da carcaça e os componentes não-carcaça.

Uso do farelo da palma

A diversidade de usos e aplicações de palma forrageira na alimentação de ruminantes revela sua versatilidade, porém, mesmo com o uso consolidado no Semiárido para alimentação animal, a palma ainda não é explorada plenamente, em todo

o seu potencial, sendo desperdiçadas excelentes oportunidades de se elevar os índices produtivos, sociais e econômicos dessa região, por meio de geração de renda, oferta de alimentos e preservação ambiental (CHIACHIO et al., 2006).

Com produtividade que, na maioria dos sistemas de plantio, é superior à de alimentos tradicionais, como o milho, é possível realizar cortes de palma forrageira a intervalos reduzidos, garantindo material de qualidade, que, ao ser processado na forma de farelo, resulta em um produto de qualidade que pode resolver em grande parte a demanda de energia por caprinos.

Recomenda-se que a palma seja submetida a um processo de pré-desidratação, por seu elevado teor de umidade (COSTA et al., 2008). A prática de desidratação e processamento para obtenção do farelo é uma técnica de conservação usual e pode ser uma das alternativas no atendimento às necessidades nutricionais dos rebanhos, satisfazendo em parte a demanda por alimento de qualidade, e isso pode refletir na economia e na praticidade dos sistemas de criação, que buscam melhores índices zootécnicos (FERREIRA et al., 2011).

Com a necessidade de alimentos para compor os concentrados nos sistemas de pastejo e semiconfinamento, o fornecimento do farelo de palma pode ser uma alternativa viável, embora sejam necessárias pesquisas para maior compreensão de sua utilização (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011). Após desidratação, a palma tem maior concentração de nutrientes, podendo ser utilizado como suplemento energético, além de facilitar o manejo de fornecimento aos animais (EMBRAPA, 2013). Na forma de farelo, além de disponibilizar uma fonte de energia prontamente disponível na composição do concentrado, é uma boa estratégia para conservação do material colhido, melhorando o manejo e planejamento alimentar do produtor. Em pesquisa na qual substituíram o milho por farelo de palma em dietas para ovinos, Veras et al. (2002) afirmam que essa é uma técnica facilmente aplicável e viável para substituição ao milho, já que não observaram alterações no consumo e na digestibilidade de nutrientes, com exceção da fibra em detergente ácido. Segundo esses autores, o farelo de palma é uma potencial fonte de energia para ovinos. Todavia, sugeriram que essa substituição seja mais estudada para aplicação a outras espécies. O processamento do farelo exige atenção quanto ao teor de umidade do material, que não deve exceder os 12%, a fim de se evitar perdas pela ação de fungos (COSTA., 2008).

A produção de energia por meio do farelo de palma é uma opção muito importante a ser considerada. Lima et al. (2010) avaliaram os custos de produção e qualidade nutricional de concentrados energéticos produzidos a partir da desidratação da palma. A energia da palma é semelhante à do milho e, mesmo com 90% de água em sua composição, a planta tem rendimento de até 400 t MV/ha e pode viabilizar 80 t MS/ha em sistemas adensados, enquanto o milho irrigado chega a produzir 8 t MS/ha (CONAB, 2013).

Ainda nesse contexto, os preços de grãos, como milho e soja, chegam a inviabilizar a pecuária no Nordeste. Em algumas regiões, produtores já produzem de forma rudimentar o farelo da palma a um custo aproximado de R\$ 0,10 a R\$ 0,20/kg, enquanto o milho custa R\$ 0,50/kg (CONAB, 2013).

O processo de desidratação da palma foi testado por De Wall et al. (2013), que obtiveram resultados positivos ao incluírem palma moída na dieta de caprinos e ovinos. Esses autores apontam como vantagens nesse processamento o tempo de armazenamento e o custo de transporte, tornando a comercialização viável. O farelo de palma tem, portanto, potencial para ser um componente alternativo em dietas para pequenos ruminantes, especialmente ovinos, porém trabalhos voltados para sua utilização em dietas para caprinos ainda são escassos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE-MONTEMAYOR, H.M.; CORDOVA-TORRES, A. V.; GARCIA-GASCA, T.; KAWAS, J. R. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, v.98, n.1, p.83–92, 2011.
- ANDRADE, S. F. J.; BATISTA, Â. M. V.; CARVALHO, F. F. R.; LUCENA, R. B.; ANDRADE, R. D. P. X.; LIMA JÚNIOR, D. M. Fresh or dehydrated spineless cactus in diets for lambs. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.38, n.2, p.155-161, 2016.
- ATEF, A, ABOU-ZAID, N, IBRAHIM, I.; RAMADAN, M.; NADIR, A. Quality

evaluation of sheets, jam and juice from prickly pear and melon blends. **Journal of Food Science and Technology**, v.10, n. 2, p.200-208, 2013.

ATTI, N.; MAHOUACHI, M.; ROUISSI, H. The effect of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) supplementation on growth, carcass, meat quality and fatty acid composition of male goat kids. **Meat Science**, v.73, n.2, p.229-235, 2006.

BEM SALEM, H.; ABIDI, S. Recent advances on the potencial use of *Opuntia* spp. In: Livestock Feeding. **Acta Horticulturae**, v.811, n.1, p.317-326, 2009.

BISPO, S.V.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; PESSOA, R. A. S.; BLEUEL, M. P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1902-1909, 2007.

CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, G. M. F.; LOPES, M. N. Cultivo de palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural Etene**, v.7, n.3, p.1-7, 2013.

CAVALCANTI, C. V. A.; FERREIRA, M. A.; CARVALHO, M. C.; VÉRAS, A. S. C.; SILVA, F. M. D.; LIMA, L. E. Palma forrageira enriquecida com uréia em substituição ao feno de capim Tifton-85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.689-693, 2008.

CAVALCANTI, M. C. A.; BATISTA, A. M.V.; GUIM, A. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia* sp.). **Acta Scientiarum, Animal Science**, v.30, n.2, p.173-179, 2008.

CEFOLA, M.; RENNA, M.; PACE, B. Marketability of ready-to-eat cactus pear as affected by temperature and modified atmosphere. **Journal of Food Science and Technology**, v.51, n.1, p.25-33, 2014.

CHIACCHIO, F.P.B.; MESQUITA, A.S.; SANTOS, J.R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semiárido baiano. **Bahia Agrícola**, v.7, n.3, p.39-49, 2006.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. São Paulo, 2013. Disponível em:

http://economia.uol.com.br/agronegocio_noticias/redacao/2013/10/09/safra-2013/2014

COSTA, C.; SILVA, A. M. A; MEIRELLES, P. R. L. Produção de silagem de grãos úmidos de cereais e de Palma forrageira. In: **I Simpósio em Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido**, v.1 2008.

COSTA, R. G.; TREVIÑO, I. H.; MEDEIROS, G. R.; MEDEIROS, A. N.; PINO, T. F.; OLIVEIRA, R. L. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v.102, n.1, p.13–17, 2012.

DE WAAL, H. O.; SCHWALBACH, L. M. J.; COMBRINCK, W. J.; SHININGAVAMWE, K. L.; ELS, J. Commercialisation of sun-dried cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) cladodes in feedlot diets for Dorper wether lambs. **Acta Horticulturae**, v.438, n.1, p.83-96, 2013.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R. A. S. Potential of cactus pear in South América. **Cactusnet Newsletter**, Santiago del Estero, v.13, edição especial, p.29-40, 2013.

ECHAVARRIA, C. F. G.; GUTIÉRREZ, L. R. LEDESMA, R. R.; BAÑUELOS, V. R.; AGUILAR, S. J.; SERNA, P. A. Influence of small ruminant grazing systems in a semiarid range in the state of Zacatecas México. I Native Vegetation. **Técnica Pecuária en México**, v.44, n.2, p.203-217. 2006.

EINKAMERER, O. B.; DE WAAL, H. O.; COMBRINCK, W. J.; FAIR, M. D. Feed utilization and growth of Dorper wethers on *Opuntia*-based diets. **South African Journal of Animal Science**, v.39, n.2, p.53-57, 2009.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – EMATER-MG.

Programa Minas Rural. Disponível em:

http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=site_pgn_vídeo_minas_rural&id=981

5>Acesso em: 23/07/2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Trigo: germinação e posterior extrusão para obtenção de farinha integral extrusada de trigo germinado, 2013. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>. Acesso em julho, 23, 2015.

FERREIRA, M. A.; PESSOA, R.A.S.; SILVA, F. M.; BISPO, S. V. Palma forrageira e uréia na alimentação de vacas leiteiras, Editora Universitária, 40p, 2011.

FERREIRA, M.A.; SILVA, F. M.; BISPO, S. V.; AZEVEDO, M. D. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no Semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.322-329, 2009.

FEUGANG, J. M.; KONARSKI, P.; ZOU, D.; STINTZING, F. C.; ZOU, C. Nutritional and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia spp.*) cladodes and fruits. **Frontiers in Bioscience**, v.11, n.1, p.2574-2589, 2006.

GUEVARA, J. C.; SUASSUNA, P.; FELKER, P. *Opuntia* forage production systems: status and prospects for rangeland application. **Rangeland Ecology & Management**, v.62, n.5, p.428-434, 2009.

GUSHA, J.; MANYUCHI, C. R.; IMBWAYARO-CHIKOSI, I. V.; HAMANDISHE, V. R.; KATSANDE, S.; ZVINOROVA, P. I. Production and economic performance of f1-crossbred dairy cattle fed non-conventional protein supplements in Zimbabwe. **Tropical Animal Health Production**, v.46, n.1, p.229-234, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**, v.4, p.1-108, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO – INSA. Sinopse do censo demográfico para o Semiárido brasileiro. Disponível em: www.insa.gov.br. Acesso: 19 de julho de 2016.

KHANUM, S. A.; YAQOOB, T.; SADAF, S.; HUSSAIN, M.; JABBBAR, M. A.; HUSSAIN, H. N.; KAUSAR, R.; REHMAN, S. Nutritional evaluation of various feed-stuffs for livestock production using in vitro gas method. **Pakistan Veterinary Journal**, v.27, n.3, p.129, 2007.

LIMA, G. F. C.; SILVA, J. G. M.; AGUIAR, E. M. Reservas forrageiras estratégicas para a pecuária familiar no semiárido: palma, fenos e silagem. **Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte**, Natal. 2010. 53p.

LINS, S. E. B.; PESSOA, R. A. S.; FRERREIRA, M. A.; CAMPOS, J. M. S.; SILVA, J. A. B. A. D.; SILVA, J. L.; MELO, T. T. B. Spineless cactus as a replacement for wheat bran in sugar cane-based diets for sheep: intake, digestibility, and ruminal parameters. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, n.1, p.26-31, 2016.

LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V.; MELLO, A. C. L.; FARIAS, I.; SANTOS, D. C. A palma forrageira na pecuária do Semiárido. In: GOMIDE, C. A. M et al. **Alternativas alimentares para ruminantes**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, p.17-33, 2006.

MALPAUX, B. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction in sheep and goats. **XX Reunión Nacional sobre Caprinocultura**. AMPCA FMVZ: UAS, p.99-131, 2005.

MENEZES, C. M. D.; SCHWALBACK, L. M. J.; COMBRINCK, W. J.; FAIR, M. D.; DE WALL, H. O. Effects of sun-dried *Opuntia ficus-indica* on feed and water intake and excretion of urine and faeces by Dorper sheep. **South African Journal of Animal Science**, v.40, n.1, p.491-494, 2010.

MISRA, A. K.; MISHRA, A. S.; TRIPATHI, M. K.; CHATURVEDI, O. H.; VAITHIYANATHAN, S.; PARASAD, R.; JAKHMOLA, R. C. Intake, digestion and microbial protein synthesis in sheep on hay supplemented with prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) with or without groundnut meal. **Small Ruminant Research**, v.63, n.1, p.125-134, 2006.

MOHAMED-YASSEEN, Y.; BARRINGER, S. A.; SPLITTSTOESSER, W. E. A note on the uses of *Opuntia spp.* in Central/North America. **Journal of Arid Environments**, v.32, n.3, p.347-353, 1996.

NEFZAOU, A. Use of cactus as feed: review of the international experience. Improved utilization of cactus pear for food, feed, soil and water conservation and other products in Africa, v.93, 2010. <http://www.cactus.net.org>

NUNES, S. C. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o Semiárido nordestino. **Revista Verde**, v.6, n.1, p.58-66, 2011.

OLIVEIRA, F. T.; SOUTO, J. S.; SILVA, R. P.; ANDRADE FILHO, F. C.; JÚNIOR, E. B. P. Palma Forrageira: Adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde**, v.5, n.4, p.27- 37, 2010.

PESSOA, R. A. S.; LEÃO, M. I.; FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; QUEIROZ, A. C. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana de açúcar e uréia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.941-947, 2009.

REYNOLDS, G. S.; ARIAS, E. Back ground on *Opuntia*. In: MONDRAGÓN-JACOBO, C.; SALVADOR, P. G. (Eds), Cactus (*Opuntia spp.*) as forage. FAO, **Plant production and Protection Papper**, 169p., 2001.

ROCHA, J. E. S. Palma forrageira no Brasil: o estado da arte. **EMBRAPA Caprinos e**

Ovinos, (Documentos, 106), 2012, 40p.

SANTOS, D. D.; FARIAS, I.; LIRA, M. D. A.; SANTOS, M. V. F. D.; ARRUDA, G. D.; COELHO, R. S. B.; MELO, J. D. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco. Recife: **IPA**. 2006.

SILVA, A. E. V. N.; GUIM, A.; FERREIRA, M. A.; LIMA, L. E.; PESSOA, R. A. S.; SOSA, M. Y. Estratégia alimentar para dieta baseada em palma forrageira sobre o desempenho e digestibilidade em vacas em final de lactação. **Acta Scientiarum, Animal Science**, v.27, n.2, p.269-276, 2005.

SOARES II, J. C. e SILVA JÚNIOR, S. S. Palma forrageira: uma alternativa para sobrevivência no Semiárido. **Revista Cabra & Ovelha**, v.34, n.72, p.4-5, 2012.

SOUSA, T. P. e SOUSA NETO, E. P. Produção de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) como alternativa de alimentação para criações no Semiárido. In: **VIII Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva**, p.14-17, 2012.

SUDENE. Superintendência do desenvolvimento do Nordeste. **Boletim Demográfico: Características gerais**, 4p.,2010.

TEGEGNE, F.; KIJORA, C.; PETERS, K. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. **Small Ruminant Research**, v.72, n.1, p.157-164, 2007.

VERAS, R. M. L. Farelo de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) em substituição ao milho. 1. Digestibilidade aparente de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1302-1306, 2002.

VILELA, M.S.; FERREIRA M.A.; AZEVEDO, M.; FARIAS, I.; TORRES, L.C.L.; GUIMARÃES, A.V. Evaluation of feeding supply and forage cactus processing for

lactating cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2744-275, 2010.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; ANDRADE, D.K. B.; VÉRAS, A. S. C.; FARIAS, I.; LIMA, L. E.; DIAS, A. D. A. Palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.273-281, 2002.

CAPÍTULO I

Desempenho produtivo, metabólico e morfometria ruminal de caprinos submetidos a dietas com farelo de palma em substituição ao milho

Desempenho produtivo, metabólico e morfometria ruminal de caprinos submetidos a dietas com farelo de palma em substituição ao milho

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos dos níveis (0; 33; 66 e 100%) de farelo de palma (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição ao milho na dieta sobre o consumo e a digestibilidade dos componentes nutricionais, o balanço de nitrogênio, a morfometria ruminal, a produção de ácidos graxos (AG) e o ganho de peso em caprinos. Utilizaram-se 28 cabritos mestiços de Boer, com peso inicial de 16 kg ($\pm 2,02$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro dietas experimentais e sete repetições. O consumo de matéria seca não foi influenciado pelos níveis de farelo de palma nas dietas, com média de 0,785 kg/dia. Os consumos de matéria orgânica, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, expressos em kg/dia, não foram afetados, enquanto os consumos de proteína bruta, carboidratos não-fibrosos e nutrientes digestíveis totais decresceram com a substituição do milho pelo farelo de palma. As dietas com farelo de palma proporcionaram redução linear nos coeficientes de digestibilidade de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e carboidratos não-fibrosos. Não houve efeito dos níveis de substituição sobre o balanço de nitrogênio. Os ganhos de peso total e diário não foram influenciados pelo farelo de palma nas dietas experimentais, o que indica adequada eficiência energética dessa forrageira em substituir alimentos concentrados tradicionais, como o milho. Níveis de até 100% de farelo de palma nas dietas reduzem a digestibilidade de alguns componentes nutricionais, mas mantêm inalterada a morfometria ruminal e a produção de ácidos graxos voláteis (AGV) e o ganho de peso, evidenciando a possibilidade de uso em substituição ao milho em dietas para caprinos em confinamento.

Palavras-chave: alimento alternativo, cactáceas, caprinocultura, opuntia

Growth performance, ruminal metabolic and morphometric goats fed diets with palm meal in replacing corn

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of palm meal levels (0, 33, 66 and 100%) in replacement of maize in the diet on intake and digestibility of nutritional components, nitrogen balance, Ruminal morphometry, fatty acid production (GA) and weight gain in goats. A total of 28 cross-bred boer goats with initial weight of 16 kg (± 2.02 kg) were distributed in a completely randomized design with four experimental diets and seven replicates. The dry matter intake was not influenced by the levels of palm meal In the diets, with a mean of 0.785 kg / day. Consumption of organic matter, ethereal extract, neutral detergent fiber, expressed in kg / day, were not affected, while intakes of crude protein, non-fibrous carbohydrates and total digestible nutrients decreased with the replacement of corn by palm meal. The diets with palm meal provided a linear reduction in the digestibility coefficients of dry matter, organic matter, crude protein, neutral detergent fiber and non-fibrous carbohydrates. There was no effect of substitution levels on the nitrogen balance. Total and daily weight gains were not influenced by palm meal in the experimental diets, which indicates adequate energy

efficiency of this forage in replacing traditional concentrated foods, such as maize. Levels of up to 100% of palm meal in diets reduce the digestibility of some nutritional components, but maintain unchanged the ruminal morphometry and the production of volatile fatty acids (VFA) and weight gain, evidencing the possibility of use in substitution of maize In diets for goats in confinement.

Key words: alternative food, cactaceae, goat, opuntia

INTRODUÇÃO

A palma forrageira (*Opuntia indica-ficus* Mill) é uma cactácea exótica adaptada às condições semiáridas (GUSHA et al., 2015) e que tem potencial produtivo e diversas aplicações. Recentes descobertas indicam seu uso na produção de medicamentos, cosméticos, conservação e recuperação de solos e produção de biogás (SHEDBALKAR et al., 2010; YANG et al., 2015), além e ser usada como corantes e emulsificantes em alimentos (HERBACH et al., 2004; ANAL e SINGH, 2007).

Quanto ao uso na alimentação animal, por ser considerada um alimento volumoso ou concentrado energético (TEKLEHAIMANOT e TRITSCHLER, 2011), pode ser utilizada em substituição aos concentrados energéticos, como o milho, cujo preço é atrelado ao mercado internacional, sofrendo variações ao longo do ano e até inviabilizando sua utilização em dietas para animais.

Tanto em sistemas extensivos quanto em confinamento, é comum o uso de palma na forma *in natura*, pois, em muitas situações, além de uma fonte de nutrientes, também é fonte de água, que corresponde a 90% dos constituintes da planta (COSTA et al., 2010). Por outro lado, se desidratada e moída, a palma pode ser excelente alternativa, com período de conservação prolongado, possibilitando corte de maior volume de material.

Em propriedades rurais em que a água não é fator limitante para a produção de caprinos, considerando o potencial energético da palma, nos períodos de menor demanda, os cladódios podem ser colhidos, desidratados e processados na forma de farelo, para armazenamento e consumo posterior e/ou comercialização (DE WALL et al., 2006).

Em estudo com cordeiros, Vêras et al. (2005) avaliaram o farelo de palma em

substituição ao milho na dieta e não observaram alteração no consumo de matéria seca, porém notaram redução do consumo de energia e do ganho de peso. Apesar de haver poucos estudos com palma forrageira em dietas para caprinos, resultados preliminares têm sido observados positivamente, como os relatados por Teddesse et al. (2014) e Catunda et al. (2016), de aumentos no consumo e na digestibilidade da matéria seca e carboidratos não-fibrosos, além de manutenção das características sensoriais da carne e do leite, em animais alimentados com dietas contendo palma forrageira *in natura*.

A palma contém 23,3% de pectina, segundo Melo et al. (2003), carboidratos não-fibrosos de rápida digestão e tem potencial energético para ruminantes. Contudo, alterações na disponibilidade de energia a partir da digestão de carboidratos oriundos de fontes energéticas diferentes podem alterar a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), o metabolismo e a morfometria do rúmen (LEEK et al., 2006; FERREIRA et al., 2009).

Nesse contexto, considerou-se neste trabalho a hipótese de que o uso de farelo de palma em dietas para caprinos em confinamento não altera os desempenhos produtivo e metabólico. Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos da utilização de farelo de palma em substituição ao milho na dieta sobre o consumo, a digestibilidade, o balanço de nitrogênio, a morfometria, os parâmetros ruminais e o desempenho de caprinos em confinamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Princípios éticos da experimentação

Esta pesquisa foi conduzida em estreita conformidade com a legislação brasileira para pesquisa e experimentação com o uso de animais, protocolo n° 19/2015, em que foi aprovada pela Comissão de Ética sobre o uso de animais da Universidade Federal da Bahia, localizada em Salvador, Bahia.

Local de experimentação

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, localizada no município de

São Gonçalo dos Campos – Bahia, a 12°25'58" de latitude sul e 38°58'01" de longitude oeste. Segundo a classificação de Köppen e Geiger, o clima é do tipo Aw, definido como tropical, com maior índice pluviométrico no verão, com média anual de 1.079 mm e temperatura média de 23,2 °C.

Animais e instalações

Foram utilizados 28 cabritos mestiços Boer não-castrados, com massa corporal média de 16 kg ($\pm 2,02$ kg), distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro dietas experimentais e sete repetições.

Os animais foram acondicionados em baias individuais de metal suspensas, com piso ripado e área disponível de 1,2 m², dispostas em galpão coberto. Às baias foram acoplados bebedouros e comedouros individuais removíveis, com fácil acesso pelos animais.

Dietas experimentais, manejo alimentar e consumo

As dietas experimentais avaliadas foram compostas de feno capim-tifton-85 como volumoso e concentrado contendo 0, 33, 66 ou 100% de farelo de palma em substituição ao milho moído.

O volumoso foi feno de capim-tifton-85 (*Cynodon dactylon*) triturado em máquina forrageira (Laboremus® - LB2n), reduzido a partículas menores que 1 cm. Para cálculo de sua composição, foram utilizados dados obtidos após análises bromatológicas dos ingredientes.

O farelo de palma foi produzido nas instalações da fazenda experimental a partir da desidratação da palma Gigante.

Após a colheita dos cladódios, estes foram desintegrados em máquina forrageira (Laboremus® - LB2n) com peneira adaptada para evitar o desperdício de material. Depois de desintegrado, o material foi levado a um terreno pavimentado, onde foi espalhado, formando uma camada de 10 a 15 cm, que foi revolvida a cada hora, de maneira uniforme, expondo todo o material à ação do sol.

Após o processo de desidratação, que durou de 2 a 4 dias, o material foi moído em máquina forrageira (Laboremus® - LB2n), adaptada com peneira de 3 mm, para a obtenção farelo de palma. Na composição das dietas experimentais, além do farelo de

palma, foram utilizados milho moído, farelo de soja (Tabela 1), suplemento mineral e ureia.

Tabela 1 - Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

| Item | Ingrediente | | | |
|---|-------------------|-------------|----------------|-----------------|
| | Feno de tifton-85 | Milho moído | Farelo de soja | Farelo de palma |
| Matéria seca (%) | 92,60 | 93,21 | 92,28 | 89,07 |
| Matéria orgânica ¹ (%) | 92,37 | 98,86 | 94,06 | 88,53 |
| Matéria mineral ¹ (%) | 6,63 | 1,46 | 5,94 | 13,45 |
| Proteína bruta ¹ (%) | 9,05 | 8,23 | 43,92 | 5,82 |
| Extrato etéreo ¹ (%) | 0,82 | 2,87 | 1,99 | 1,21 |
| Fibra em detergente neutro ¹ | 77,13 | 17,81 | 12,92 | 36,26 |
| Fibra em detergente neutro _{cp} ² (%) | 73,79 | 16,81 | 10,15 | 35,31 |
| Fibra em detergente ácido ¹ (%) | 42,80 | 3,87 | 9,07 | 18,95 |
| Carboidratos não-fibrosos ¹ (%) | 10,72 | 64,44 | 19,16 | 68,02 |
| Carboidratos totais ¹ (%) | 83,50 | 87,44 | 48,15 | 79,40 |
| Lignina ¹ (%) | 8,15 | 2,27 | 5,24 | 5,76 |
| Hemicelulose ¹ (%) | 29,99 | 10,46 | 3,49 | 12,32 |
| Celulose ¹ (%) | 34,65 | 1,60 | 5,94 | 13,19 |
| Nutrientes digestíveis totais ³ (%) | 58,40 | 78,98 | 79,47 | 57,72 |

¹ Valor expresso em % da matéria seca; ² Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

³ Nutrientes digestíveis totais estimados pelas equações de Detman et al. (2004, 2006a, 2006b, 2006c).

As dietas foram formuladas com base no National Research Council-NRC (2007) para ganhos de 200 g/dia (Tabela 2).

Os animais foram confinados por 73 dias, precedidos 12 dias destinados à adaptação às instalações, às dietas e ao manejo diário. Nesta fase receberam volumoso de feno de Tifton-85 *ad libitum*, e proporções crescentes das dietas experimentais. Durante a fase experimental (73 dias) realizou-se a coleta de amostras e informações para a avaliação do consumo e digestibilidade dos componentes nutricionais, balanço de nitrogênio e desempenho dos animais.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 9:00 e às 16:00, na forma de mistura completa, em uma relação volumoso:concentrado de 50:50, a fim de minimizar a seleção, e permitindo 10 a 20 % das sobras na matéria natural. As dietas fornecidas e

as sobras foram registradas e amostradas diariamente, para mensuração do consumo de nutrientes.

Tabela 2 - Composição percentual dos ingredientes nas dietas experimentais e sua composição bromatológica

| Ingrediente (% MS) | Farelo de palma (%) | | | |
|---|---------------------|-------|-------|-------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 |
| Milho moído | 35,90 | 23,93 | 11,97 | 0,00 |
| Farelo de soja | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 11,00 |
| Farelo de Palma | 0,00 | 11,97 | 23,93 | 35,90 |
| Suplemento mineral ^a | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Ureia | 1,60 | 1,60 | 1,60 | 1,60 |
| Feno de capim-tifton-85 | 50,00 | 50,00 | 50,00 | 50,00 |
| Composição bromatológica | | | | |
| Matéria seca | 90,83 | 93,03 | 93,50 | 92,75 |
| Matéria orgânica ¹ | 94,04 | 91,99 | 90,51 | 89,35 |
| Matéria mineral ¹ | 4,89 | 6,12 | 8,02 | 10,11 |
| Proteína bruta ¹ | 16,98 | 16,34 | 15,89 | 15,65 |
| Extrato etéreo ¹ | 1,77 | 1,51 | 1,27 | 1,01 |
| Carboidratos totais | 76,92 | 76,47 | 74,82 | 73,23 |
| Fibra em detergente neutro ¹ | 41,15 | 43,21 | 45,43 | 48,14 |
| Fibra em detergente neutro _{cp} ² (%) | 38,85 | 40,56 | 43,31 | 46,78 |
| Fibra em detergente ácido ¹ | 8,60 | 9,22 | 13,15 | 16,55 |
| Lignina | 3,12 | 1,74 | 2,73 | 2,89 |
| Hemicelulose | 7,16 | 16,76 | 14,10 | 9,71 |
| Celulose | 12,42 | 1,83 | 7,86 | 5,70 |
| Carboidratos não-fibrosos ^{1*} | 35,03 | 32,54 | 30,01 | 28,97 |
| Nutrientes digestíveis totais ² | 64,99 | 58,60 | 54,62 | 53,37 |

¹ Valor expresso em % da matéria seca. ² Estimados pelas equações de Detmann et al. (2004, 2006a, 2006b, 2006c). ^a Níveis de garantia (por kg em elementos ativos): cálcio – 120 g; fósforo – 87 g; sódio – 147 g; enxofre – 18 g; cobre – 590 mg; cobalto – 40 mg; flúor – 870 mg; fósforo (P) a solubilidade em ácido cítrico a 2%, no mínimo - 95%; *Corrigido para uréia – Hall, 2000.

As dietas fornecidas e as sobras foram amostradas periodicamente a cada semana, obtendo-se uma amostra composta por período, por animal, na base do peso seco. Posteriormente, as amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, moídas e acondicionadas em potes plásticos para análises posteriores.

Amostras dos alimentos volumosos, dos concentrados ofertados e das sobras de

cada animal foram secas em estufa de ventilação forçada (60 °C) e processadas em moinho tipo Willey com facas de 1 mm (Solab® – SL-3I). Foram determinados de acordo com as metodologias descritas pela AOAC (1990) os teores de matéria seca (MS), pelo método 934.01, matéria mineral (MM), método 930.05, proteína bruta (PB), método 981.10, e extrato etéreo (EE), método 920.39, nas amostras de ingredientes e das sobras. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados segundo técnica descrita por Mertens (2002), com correções para proteína de acordo com Licitra et al. (1996), e os de fibra em detergente ácido (FDA), conforme descrito por Van Soest et al. (1991).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992): $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$.

Para estimativa dos carboidratos não-fibrosos (CNF) com correção para cinzas e proteínas, seguiu-se o proposto por Hall (2000), com correção dos teores de ureia, para evitar a subestimação do teor de CNF, aplicando-se a equação: $CNF = (100 - Cinzas - EE - FDN - (PB+U))$; em que: U + teor de ureia. Todos os termos foram expressos em % MS.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados de acordo com a equação descrita por Weiss (1999): $NDT (\%) = PBD + CNFD + FDND + EED*2,25$, em que $PBD = PB \text{ ingerida} - PB \text{ excretada}$; $CNFD = CNF \text{ ingerido} - CNF \text{ fezes}$; $FDND = FDN \text{ ingerido} - FDN \text{ fezes}$; e $EED = EE \text{ ingerido} - EE \text{ fezes}$.

Para estimativa da digestibilidade aparente dos componentes nutricionais, foi realizada coleta total de fezes em todos os animais em dois ensaios de cinco dias consecutivos, iniciados no 36° e 60° dia de confinamento, respectivamente. Adaptou-se em cada animal sacola coletora de couro durante o período experimental.

As fezes foram coletadas e pesadas a cada 12 horas, para evitar perdas por excesso de peso, homogeneizadas (amostras compostas), e uma alíquota de 10% do peso total foi retirada para análise. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por animal e por período experimental e armazenadas em *freezer* a -10 °C.

Para as análises, essas amostras foram descongeladas e, depois, secas em estufa de ventilação forçada a 60 °C durante 72 horas. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Willey com facas de 1 mm (Solab® – SL-3I).

Para a quantificação das concentrações urinárias de ureia, nitrogênio e creatinina, foram realizadas coletas de urina, na forma de amostra *spot*, em micção espontânea dos animais, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação matinal.

A urina coletada foi filtrada em gaze e uma alíquota de 10 mL foi separada. A essa alíquota foram adicionados 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) (VALADARES et al., 1999), evitando-se a volatilização de compostos nitrogenados e a possível deterioração do material pela ação de microrganismos. Essas amostras foram devidamente identificadas por animal e armazenadas para análises posteriores.

As concentrações de creatinina na urina foram determinadas utilizando-se *kits* comerciais (Bioclin[®]), e os valores obtidos foram usados para a estimativa do volume urinário dos animais.

A excreção diária de creatinina (EDC) foi determinada multiplicando-se a excreção de creatinina (EC), pela massa corporal (MC) de cada animal, conforme demonstrado a seguir:

$$\text{EDC (mg/dia)} = \text{EC (mg/dia)} \times \text{MC (kg)}$$

O volume urinário foi obtido dividindo-se a excreção diária de creatinina (EDC) pela concentração de creatinina na amostra (CC):

$$\text{VU (L/dia)} = \text{EDC (mg/dia)} / \text{CC (mg/L)}$$

O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido (N-total) e o total de nitrogênio excretado nas fezes (N-fezes) e na urina (N-urina). A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina seguiu a metodologia descrita em Detmann et al. (2012) (INCT-CA N método001/1).

$$\text{BN} = \text{N ingerido (g)} - \text{N nas fezes (g)} - \text{N na urina (g)}$$

Os animais foram pesados, após jejum de 16 horas, no início e ao final do experimento.

Morfometria ruminal e produção de ácidos graxo de cadeia curta

Ao final do período experimental, os animais foram submetidos a jejum de 16 horas e, em seguida, submetidos a abate humanitário, com insensibilização com descarga elétrica na região atlanto-occipital. A sangria foi feita com incisão na artéria carótida e veia jugular. No momento da evisceração, o rúmen foi aberto para a coleta do líquido ruminal para análise da concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC).

O líquido ruminal foi descongelado à temperatura ambiente e homogeneizado, retirando-se alíquotas de 2 mL, que foram acondicionadas em tubos Eppendorf. As alíquotas foram centrifugadas em microcentrífuga a 1200 xg, por 10 minutos, para separação e congelamento do sobrenadante, para análises de amônia e ácidos graxos de cadeia curta.

A concentração de amônia foi determinada pelo método colorimétrico de Chaney e Marbach (1962). E os AGCC, por análise em Cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC), marca SHIMADZU, modelo SPD-10A VP, acoplado ao detector ultravioleta (UV) utilizando-se comprimento de ondas de 210 nm, para identificação e quantificação dos ácidos láctico, acético, propiônico e butírico.

Um fragmento (1 cm²) do rúmen foi coletado no saco ventral, fixado em formol neutro, tamponado com fosfato a 10% e processado pela técnica de inclusão em parafina. Secções histológicas de 5 µm foram coradas pela técnica de hematoxilina-eosina e analisadas em microscópio óptico (PROPHET et al., 1992), modelo Nikon SE, com ocular micrometrada. As análises histológicas foram realizadas no Laboratório de Anatomia Patológica da Escola de Medicina Veterinária da UFBA.

As variáveis avaliadas microscopicamente foram: altura, largura, comprimento, número, área das papilas e espessura da túnica muscular do rúmen, segundo metodologia de Wang et al. (2009).

Essas medidas foram tomadas utilizando-se ocular com objetiva de 10x. Para as avaliações morfológicas das papilas, no espaço de 100 micras, foram escolhidas as regiões nas lâminas onde as papilas ruminais estavam sem a presença de artefato. Mediram-se o comprimento e a largura na região mediana da papila no sentido latero-lateral, obtendo-se a superfície, a partir da multiplicação do comprimento pela largura, enquanto a densidade papilar foi representada pela contagem das papilas íntegras em 100 micras.

Análises estatísticas

Para análise dos dados, utilizou-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 2001). Os dados apresentaram homocedasticidade e distribuição normal, comprovadas pelos testes de Cochran e Lilliefors.

Após essas análises, os dados foram submetidos a análises de variância, considerando-se 5% de probabilidade como limite de significância. Quando significativos, os dados foram submetidos a ajuste de modelos de regressão polinomial até o terceiro grau. O peso vivo inicial foi utilizado como covariável para análise das variáveis relacionadas ao desempenho.

A escolha do modelo que melhor se ajustou aos dados baseou-se na significância da análise de variância da regressão, do coeficiente de determinação e da significância dos parâmetros do modelo, este último testado pelo teste t de Student.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijkl} = m + T_i + \beta_1(P_j - P) + \beta_2(P_j - P)^2 + e_{ijk},$$

em que:

Y_{ijkl} = valor observado da variável;

m = constante geral da característica;

T_i = efeito do tratamento i ($i = 1, 2, 3, 4$), em que 1 = 0% de farelo de palma, 2 = 33% de farelo de palma, 3 = 66% de farelo de palma, e 4 = 100% de farelo de palma;

β_1 = coeficiente linear de regressão da variável Y , em função dos níveis de farelo de palma;

β_2 = coeficiente quadrático de regressão da variável Y , em função dos níveis de farelo de palma;

P_j = níveis de farelo de palma, em que $j = 0, 33\%, 66\%, 100\%$;

P = nível médio de farelo na dieta;

e_{ijk} = erro associado a cada observação;

RESULTADO E DISCUSSÃO

Com exceção dos carboidratos não-fibrosos (CNF) e dos nutrientes digestíveis

totais (NDT), não houve efeito ($P>0,05$) da substituição do milho por farelo de palma no consumo de nenhum dos demais componentes da dieta (Tabela 3).

Tabela 3 - Consumo diário dos componentes nutricionais em cabritos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Item | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P* | |
|------|--|--------|--------|--------|--------|------------------|--------------------------------|-------------------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| | Consumo, em kg/dia | | | | | | | |
| MS | 0,794 | 0,942 | 0,785 | 0,693 | 0,803 | 0,0421 | 0,2311 | 0,2259 |
| MO | 0,771 | 0,855 | 0,717 | 0,628 | 0,782 | 0,0491 | 0,3369 | 0,1202 |
| PB | 0,123 | 0,147 | 0,122 | 0,100 | 0,123 | 0,0075 | 0,1529 | 0,1639 |
| EE | 0,009 | 0,011 | 0,007 | 0,007 | 0,008 | 0,0005 | 0,0154 | 0,2570 |
| FDN | 0,374 | 0,456 | 0,352 | 0,336 | 0,379 | 0,0264 | 0,3852 | 0,3172 |
| CNF | 0,358 | 0,419 | 0,307 | 0,270 | 0,338 | 0,0223 | 0,0501 | 0,2495 |
| NDT | 0,610 | 0,599 | 0,542 | 0,468 | 0,517 | 0,0321 | 0,0095 | 0,9056 |
| | Consumo, em g/kg PC ^{0,75} | | | | | | | |
| MS | 57,268 | 67,700 | 58,670 | 53,550 | 59,297 | 0,5998 | 0,3837 | 0,1394 |
| | Consumo, em g/kg de PC | | | | | | | |
| MS | 25,150 | 29,601 | 30,800 | 24,190 | 27,435 | 0,1082 | 0,5398 | 0,1281 |
| FDN | 14,60 | 17,15 | 15,47 | 14,65 | 15,47 | 0,0765 | 0,8288 | 0,2926 |
| | Equações de regressão significativas ao nível de 5%. | | | | | | | |
| CEE | | | | | | | $\hat{Y} = 0,0103 - 0,000363x$ | (R ² = 0,71) |
| CNF | | | | | | | $\hat{Y} = 0,5042 - 0,0547x$ | (R ² = 0,72) |
| NDT | | | | | | | $\hat{Y} = 0,5859 - 0,0017x$ | (R ² = 0,80) |

*Valor-P = Probabilidade significativa a 5%; ¹EPM = erro-padrão médio; ²L = Probabilidade para efeito linear; ³Q = Probabilidade para efeito quadrático; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não-fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais.

O consumo de matéria seca é regulado, entre outros fatores, pelos teores de FDN das dietas, que, segundo Allen (2000), quando superiores a 25%, podem limitar o consumo de matéria seca (CMS). Todas as dietas apresentaram teores de FDN acima de 40%, o que pode explicar os baixos valores de consumo de MS, que foi em média 0,800 kg/dia.

Dietas com menores teores de fibra favorecem o consumo suficiente para atendimento da demanda energética. Entretanto, quando se fornecem dietas com maiores teores de FDN, o consumo ocorre até atingir o nível máximo da capacidade do trato gastrointestinal, podendo reduzir o consumo (NUSSIO e SCHMIDT, 2004), pelo fato de a capacidade física ruminal ter sido atingida. A quantidade de 50% do volumoso utilizada na mesma proporção para todas as dietas foi um dos fatores que influenciaram esse resultado, já que os níveis de FDN foram bem próximos entre as dietas e o seu

consumo, calculado em função do peso vivo (Tabela 4), não diferiu (15,47 g/kg de PC), proporcionando tempos equivalentes de retenção da digesta no rúmen.

A manutenção dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) em valores semelhantes, porém altos (em média, 44,48%), pode ter influenciado o consumo de MS, que se manteve inalterado. Ramos et al. (2013) e Gomes et al. (2013), avaliando consumo em ovinos alimentados com dietas contendo aproximadamente 56% de palma, também não verificaram diferenças nessa variável.

O consumo de matéria orgânica (CMO) também não foi influenciado ($P>0,05$) pelos níveis de farelo de palma nas dietas, apesar dos teores mais elevados desse componente no farelo de palma (SILVA et al., 2012).

Os consumos de carboidratos não-fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) diminuiriam linearmente ($P<0,05$) em função dos níveis de farelo de palma em substituição ao milho. Alguns estudos, como os de Aguiar (2015) e Oliveira et al. (2007), têm comprovado correlação negativa e elevada entre o consumo de alguns componentes nutricionais, como CNF, e o teor de FDN da dieta, e associaram o fato à menor taxa de passagem da FDN em relação aos outros constituintes dietéticos, causando repleção ruminal e fazendo com que a digesta permaneça por maior tempo nesses compartimentos. O consumo de proteína bruta (CPB), cuja média foi de 0,123 g/dia, também não foi influenciado ($P>0,05$) pelos níveis de farelo de palma em substituição ao milho, provavelmente porque as dietas eram isonitrogenadas e não houve alteração no consumo total de matéria seca.

O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) diminuiu linearmente ($P<0,05$) com o aumento dos níveis do farelo de palma nas dietas (Tabela 3). Esse comportamento possivelmente está relacionado à qualidade da fibra das dietas, pois, nas dietas com maior proporção de milho (35,9%), 85,89% de FDN eram provenientes do feno e apenas 10,74%, do milho, enquanto, nas dietas com maior proporção do farelo de palma (35,9%), 72,72% da FDN eram provenientes do feno e 24,42% advindos do farelo de palma.

Embora as características de digestão dos carboidratos fibrosos sejam semelhantes, o maior teor de fibra no farelo de palma também provocou redução do consumo de NDT à medida que se aumentou a proporção desse alimento nas dietas.

Houve redução ($P<0,05$) linear nos coeficientes de digestibilidade de MS, MO,

FDN, FDN e NDT em função dos níveis de farelo de palma em substituição ao milho. Já os coeficientes de digestibilidade de EE e PB não sofreram alteração ($P>0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4 - Digestibilidade dos componentes nutricionais e níveis de nutrientes digestíveis totais em dietas para caprinos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Item (%) | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P* | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| MS | 64,415 | 56,792 | 46,631 | 49,638 | 54,369 | 1,8178 | 0,0011 | 0,0655 |
| MO | 67,960 | 62,705 | 56,473 | 55,790 | 61,232 | 1,4028 | 0,0017 | 0,1714 |
| EE | 50,489 | 49,011 | 45,267 | 42,722 | 46,871 | 1,1381 | 0,1201 | 0,8875 |
| PB | 68,110 | 64,216 | 60,963 | 63,058 | 63,337 | 1,6651 | 0,1484 | 0,1736 |
| FDN | 61,527 | 49,776 | 40,309 | 50,447 | 48,150 | 2,9421 | 0,0107 | 0,0041 |
| CNF | 84,394 | 82,132 | 79,870 | 77,539 | 80,984 | 1,2518 | 0,0367 | 0,5279 |
| NDT | 64,515 | 56,331 | 52,532 | 52,981 | 56,590 | 1,4279 | 0,0013 | 0,0734 |
| Equações de regressão significativas ao nível de 5%. | | | | | | | | |
| MS | $\hat{Y} = 62,478 - 0,1630x$ | | | | | | $(R^2 = 0,81)$ | |
| MO | $\hat{Y} = 66,702 - 0,1099x$ | | | | | | $(R^2 = 0,82)$ | |
| FDN | $\hat{Y} = 62,386 + 0,0049x^2 - 0,6235x$ | | | | | | $(R^2 = 0,94)$ | |
| CNF | $\hat{Y} = 84,394 - 0,0685x$ | | | | | | $(R^2 = 0,82)$ | |
| NDT | $\hat{Y} = 64,515 - 0,3166x$ | | | | | | $(R^2 = 0,99)$ | |

*Probabilidade significativa ao nível de 5%. ¹ Erro padrão médio; ² Probabilidade para efeito linear; ³ Probabilidade para efeito quadrático; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não-fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais.

Alguns fatores influenciam a digestibilidade, como a ingestão de alimentos, a proporção e a degradabilidade da parede celular e as composições do alimento e da dieta (MACDONALD et al., 1993; VAN SOEST, 1994; ØRSKOV, 2000).

Com exceção da digestibilidade de FDN, que teve redução quadrática ($P<0,05$), todos os demais componentes (MS, MO e CNF) reduziram de forma linear à medida que as dietas receberam maiores proporções de farelo de palma, assim como os valores de NDT, que tiveram mesmo comportamento. Isso pode ser explicado pela qualidade da fibra presente nas dietas, que difere entre o milho e o farelo de palma.

Apesar de o consumo de MS não ter diferido entre as dietas, não houve aumento na digestibilidade deste componente nutricional. Ao contrário, houve diminuição à medida que se aumentou a proporção de farelo de palma na dieta, fato explicado pelo teor de FDN da dieta, um dos principais responsáveis pela regulação física do consumo

(ALLEN, 2000). De acordo com Przemyslaw et al. (2015), aumentos nos teores de FDN nas dietas podem implicar respostas negativas no consumo e na digestibilidade dos componentes nutricionais. Os resultados observados nesta pesquisa corroboram relatos de Silva et al. (2009) e Almeida et al. (2015), que verificaram redução nos coeficientes de digestibilidade dos componentes nutricionais em caprinos em confinamento submetidos a dietas contendo palma forrageira.

Uma característica que pode explicar em parte o comportamento da digestibilidade dos componentes nutricionais é a forma como os carboidratos são fermentados no rúmen, pois, embora isso ocorra de forma rápida e extensiva, o processo é diferente, por se tratarem em sua maioria de ácido orgânicos. A digestão da pectina, por exemplo, que na palma resulta em maior produção de acetato, enquanto o amido é abundante no milho (STROBEL e RUSSEL, 1986; VAN SOEST, 1994).

Não houve efeito da inclusão de palma nas dietas ($P < 0,05$) sobre o balanço de nitrogênio (Tabela 5) e as causas provavelmente são a similaridade os teores de proteína das dietas experimentais (Tabela 2) e os consumos nos dias de coleta, que também não diferiram entre as dietas experimentais.

Tabela 5 - Balanço de nitrogênio em cabritos submetidos a dietas com farelo de palma em substituição ao milho

| Nitrogênio | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P* | |
|------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| Ingerido (g/dia) | 20,26 | 17,81 | 16,15 | 16,64 | 17,69 | 0,8789 | 0,0736 | 0,6555 |
| Fecal (g/dia) | 3,95 | 3,96 | 3,49 | 3,61 | 3,70 | 0,3731 | 0,9228 | 0,1857 |
| Urinário (g/dia) | 4,15 | 4,28 | 4,63 | 3,80 | 4,21 | 0,4001 | 0,0620 | 0,9918 |
| Balanço (g/dia) | 12,16 | 9,57 | 8,03 | 9,23 | 9,75 | 0,7207 | 0,1225 | 0,1697 |

¹EPM = erro-padrão da média; L² = Significância para efeito linear. Q³ = significância para efeito quadrático. Valor-P* = probabilidade significativa ao nível de 5%.

As perdas de nitrogênio fecal e urinário não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos níveis de farelo de palma na dieta (Tabela 5), possivelmente devido à proximidade nos teores proteicos entre as dietas (Tabela 2), resultando em igual taxa de excreção pelas fezes. Esse resultado indica que a exigência de proteína dos animais foi atendida com a substituição do milho pelo farelo de palma.

Expressivas mudanças nas características da dieta podem ocasionar alterações no metabolismo ruminal e nos processos fermentativos e, assim, influenciar diretamente a natureza dos nutrientes que chegam ao duodeno (VELAYUDHAN et al., 2008).

As concentrações de N-amoniacal e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) mantiveram-se inalteradas ($P>0,05$) com a substituição do milho pelo farelo de palma nas dietas (Tabela 6).

Tabela 6 - Concentrações de N-amoniacal e ácidos graxos de cadeia curta (mg/100mL) no líquido ruminal de cabritos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Item | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P | |
|------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| N-amoniacal | 21,56 | 19,07 | 21,45 | 18,33 | 20,08 | 2,02 | 0,0623 | 0,2339 |
| Ácido acético | 13,17 | 14,56 | 12,47 | 14,07 | 14,30 | 1,05 | 0,2606 | 0,5708 |
| Ácido propiônico | 1,79 | 1,79 | 1,97 | 2,06 | 1,92 | 0,12 | 0,1012 | 0,5437 |
| Ácido butírico | 0,49 | 0,72 | 0,54 | 0,72 | 0,61 | 0,07 | 0,2125 | 0,8784 |
| Ácido láctico | 0,51 | 0,39 | 0,42 | 0,44 | 0,44 | 0,07 | 0,6894 | 0,1728 |
| AC/AP | 7,65 | 8,15 | 6,37 | 6,89 | 7,26 | 1,70 | 0,5594 | 0,6678 |
| AGCC totais | 15,97 | 17,46 | 15,40 | 17,29 | 16,53 | 1,09 | 0,1866 | 0,3188 |

¹ Erro Padrão da Média; ² Significância para efeito linear; ³ Significância para efeito quadrático.

Essas mudanças não foram expressivas o suficiente para alterar os principais parâmetros estudados, já que os animais foram submetidos a jejum de 16 horas, tempo suficiente para eliminar o efeito da dieta sobre as concentrações de N-amoniacal e AGCC.

A concentração média de N-amoniacal se manteve constante, até mesmo na dieta com maior proporção de farelo de palma, com média de 20,08 mg/100mL de líquido ruminal. Considerando que as dietas foram isonitrogenadas, é provável que a digestibilidade e a taxa de digestão do farelo de palma tenham propiciado o equilíbrio na relação energia:proteína em todas as dietas testadas.

Muitos autores defendem a existência de concentrações mínimas de N-NH₃ para que não limite a fermentação e a adequada degradação da fibra. Satter e Slyter (1974) recomendam de 2 a 5 mg/100 mL de líquido ruminal e Mehrez et al. (1977), de 19 a 23 mg/100 mL de líquido ruminal.

Não foram observados efeitos ($P>0,05$) dos níveis de farelo de palma nas dietas sobre as concentrações de nenhum dos AGCC. Conforme descrito por Purwin et al. (2013), elevados teores de fibra na dieta suprem os carboidratos utilizados como fonte de energia pelos microrganismos do rúmen na produção de AGCC. O consumo de FDN não foi influenciado pelos níveis de farelo de palma nas dietas experimentais, não

promovendo diferenças na morfometria das papilas. Apesar de os níveis de FDN terem sido relativamente elevados, foram muito próximos entre as dietas (44,42%), confirmando a afirmação dos autores.

Houve equilíbrio entre os carboidratos fibrosos e não-fibrosos nas dietas, e o volumoso associado à palma propiciou um nível de fibra fisicamente efetiva que provavelmente resultou em melhor ruminação, o que estimulou a produção de saliva, mantendo-se assim as condições normais de saúde ruminal para todas as dietas experimentais.

Com a substituição de algum ingrediente da dieta, pode-se esperar alteração nas características do rúmen, uma vez que, segundo Martens et al. (2012), mudanças no nível de energia da dieta podem culminar em modificações no epitélio ruminal, em especial no tamanho das papilas (Tabela 7).

Tabela 7 - Medidas morfométricas das papilas ruminais de cabritos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Item | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P | |
|--|----------------------|--------|--------|--------|--------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| | Morfometria do rúmen | | | | | | | |
| Massa corporal (kg) | 27,8 | 27,2 | 22,6 | 27,2 | 26,20 | 0,95 | 0,2221 | 0,3800 |
| Densidade (N ^o /cm ²) | 20,20 | 19,80 | 22,80 | 23,60 | 17,19 | 2,42 | 0,0561 | 0,2280 |
| Altura (mm) | 3,77 | 3,83 | 3,59 | 3,40 | 36,53 | 0,87 | 0,1203 | 0,9041 |
| Largura (mm) | 2,16 | 1,79 | 2,06 | 1,85 | 1,96 | 0,12 | 0,0591 | 0,6934 |
| Área (mm ²) | 718,55 | 678,88 | 652,85 | 627,44 | 669,43 | 39,72 | 0,0610 | 0,6482 |

¹ Erro-padrão da média; ² Significância para efeito linear; ³ Significância para efeito quadrático.

O desenvolvimento do epitélio do rúmen, avaliado segundo as medidas histomorfométricas de altura, largura, densidade e área das papilas, não sofreu efeito (P>0,05) dos níveis de farelo de palma nas dietas (Tabela 7; Figura 1).

Cunnigham (1992) e Faubladiet et al. (2013) afirmam que o tamanho da papila pode sujeitar-se às mudanças das dietas, fato não observado neste trabalho. O comprimento e a largura das papilas ruminais estão diretamente ligados ao tamanho e ao peso do rúmen, que, por sua vez, está associado ao peso dos animais (BITTAR et al., 2009).

Isso explica os resultados obtidos, já que o peso corporal dos animais em jejum foi similar entre os grupos, mantendo-se essas variáveis inalteradas, mesmo com o aumento das proporções de farelo de palma nas dietas.

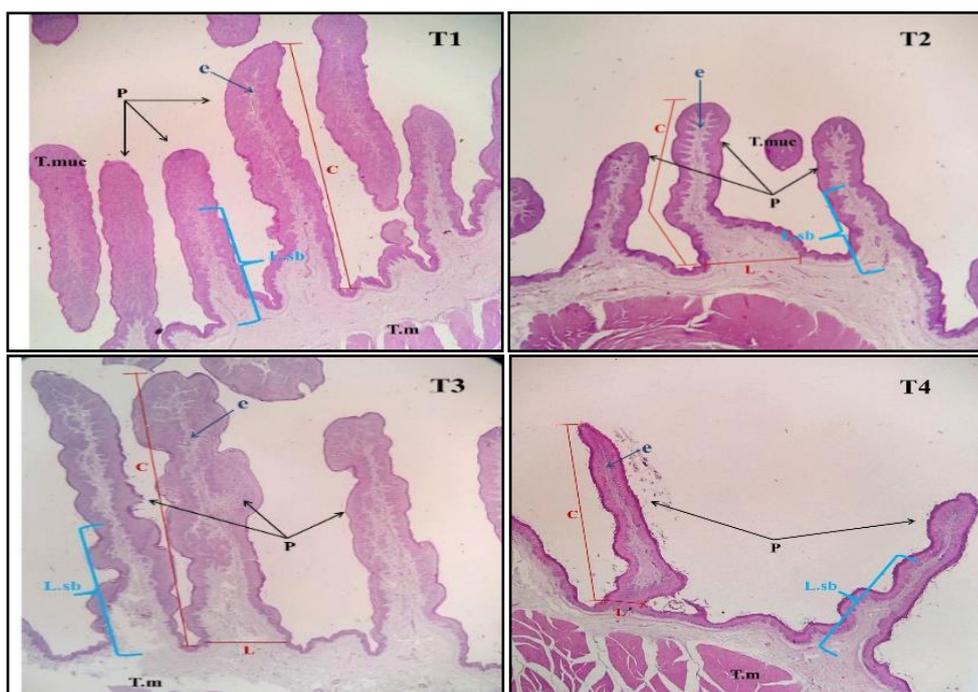


Figura 1 – Fotomicrografia das papilas ruminais (4x; HE) de cabritos alimentados com farelo de palma em substituição ao milho. P: papilas; T.muc: túnica mucosa; e: epitélio estratificado pavimentoso queratinizado; L.sb: lâmina própria-submucosa; T.m: túnica muscular; C: comprimento e L: largura; T1: tratamento controle; T2: 33% de farelo de palma; T3: 66% de farelo de palma; T4: 100% de farelo de palma.

O desenvolvimento das papilas do rúmen, segundo Gesteira (1999), está associado principalmente à fermentação ruminal dos carboidratos quando ocorre elevação na produção de AGCC, o que não foi observado, não havendo, portanto, diferenças significativas e/ou alterações no desenvolvimento das papilas ruminais.

Um considerável aumento no número e tamanho das papilas seria interessante, tendo em vista que, segundo Daniel et al. (2006), possíveis aumentos poderiam favorecer a absorção de até 50% dos AGCC, sendo o restante digerido pelas enzimas no abomaso e absorvida antes de alcançar o duodeno.

Em pesquisa com caprinos, Wang et al. (2009) avaliaram diferentes níveis de concentrado nas dietas e também não observaram mudanças na estrutura da superfície da mucosa do intestino delgado. Norouzian et al. (2011) também verificaram média de 26,06 μm para a largura da papila em cordeiros. Os resultados encontrados neste estudo diferem dos apresentados, porém os achados na literatura são os mais diversos possíveis, já que podem variar de acordo a idade ao abate, a quantidade, o tipo e o teor de energia do alimento (BELANCHE et al., 2010) e as possíveis estimulações físicas

que os alimentos podem provocar, devendo-se levar ainda em consideração a carência de pesquisas dessa natureza, envolvendo caprinos (ALVAREZ-RODERIGUES et al., 2012).

As características do alimento ingerido determinam oscilações na produção de AGCC, já que refletem diretamente na qualidade do substrato a ser fermentado (BUREENOK et al., 2011; LIU et al., 2012). Van Gastelen et al. (2015) afirmam que o nível de ingestão e a composição da dieta, principalmente do tipo de carboidrato, podem interferir na concentração de AGCC e, conseqüentemente, no desenvolvimento das papilas.

O mesmo comportamento foi verificado para a densidade de papilas (n°/cm^2), que não foi influenciada pelo tipo de dieta. Alterações na estrutura de vilosidade influenciam diretamente nas capacidades digestiva e absorptiva do intestino delgado (WANG et al., 2009), ou seja, quanto mais longas e maior a relação altura do vilão \times profundidade da cripta, maior a capacidade de absorção de nutrientes pelo intestino.

Comportamento semelhante foi verificado por Wang et al. (2009), que avaliaram três níveis de amido na dieta e seus efeitos na superfície e densidade das papilas de caprinos machos abatidos com peso médio de 28,5 kg, peso de abate semelhante ao adotado neste estudo, e não notaram diferenças na área da superfície das papilas.

Não se verificou efeito da substituição ($P>0,05$) do milho por farelo de palma nas dietas sobre a espessura de vilosidade do intestino. Esse comportamento corrobora os de Absalan et al. (2011), que verificaram valores semelhantes para espessura de vilosidade (20 a 30 mm). De acordo com Zitnan et al. (2008), alterações no epitélio do intestino delgado são esperadas quando se modifica a estrutura da dieta oferecida, o que não foi observado, pelo fato de os alimentos utilizados não apresentarem diferenças na sua composição nutricional a ponto de fazer o epitélio se adaptar para satisfazer às necessidades nutricionais do animal.

Provavelmente não foi necessária uma compensação de possível baixa ingestão dos elementos, pois uma menor área da vilosidade implicaria menores atividades enzimáticas, o que culminaria em redução da digestibilidade e absorção da maior parte dos componentes nutricionais (ARRUDA et al., 2008).

Não houve efeito das dietas sobre o desempenho ($P>0,05$). Os valores indicam que o farelo de palma pode ser usado em níveis de até 100% de substituição ao milho

sem comprometimento dos índices produtivos (Tabela 8).

Tabela 8 - Desempenho de cabritos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Item | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P* | |
|------|---------------------|--------|-------|-------|-------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| GPT | 10,571 | 10,629 | 7,914 | 8,486 | 9,392 | 0,6921 | 0,0567 | 0,8519 |
| GPM | 0,168 | 0,170 | 0,126 | 0,119 | 0,145 | 0,0109 | 0,0572 | 0,7518 |
| CA | 4,909 | 4,135 | 5,029 | 5,680 | 4,935 | 0,5361 | 0,0612 | 0,0625 |

¹ Erro-padrão médio; ²Probabilidade para efeito linear; ³Probabilidade para efeito quadrático; *Probabilidade significativa ao nível de 5%; kg); GPT = ganho de peso total (kg); GPM = ganho de peso médio diário (g/dia); CA = conversão alimentar (kg de MS consumida/ kg PV ganho).

Esse resultado reforça o potencial do farelo para ser usado como alimento alternativo, pois mantém o desempenho animal, garantindo a manutenção da renda e permitindo melhorias na vida do produtor, como afirmaram Santos et al. (2016).

O NRC (2007) sugere consumo de NDT de aproximadamente 850 g/dia para ganho de 200 g/dia em animais semelhantes aos deste estudo. Nesta pesquisa, o consumo médio de NDT chegou próximo aos 650 g/dia, o que pode explicar o fato de o GPM e GPT não atingirem a meta pré-determinada.

CONCLUSÕES

Dietas com farelo de palma reduzem a digestibilidade de alguns componentes nutricionais, mas não altera o balanço de nitrogênio, os parâmetros ruminais e a morfometria do rúmen, nem o ganho de peso, o que evidencia a possibilidade de uso de palma forrageira na forma farelada em até 100% de substituição ao milho em dietas para caprinos confinados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSALAN, M.; AFZALZADE, A.; MIRZAEI, M.; SHARIFI, S. D.; KHORVASH, M.; KAZEMI-BENCHENARI, M. Feeding of whole cottonseed on performance,

carcass characteristics and intestinal morphology of Zandi lambs. **South African Journal of Animal Science**, v.41, n.3, p.309-317, 2011.

AGUIAR, M. S. M. A.; SILVA, F. F.; DONATO, S. R. L.; OLIVEIRA RODRIGUES, E. S.; COSTA, L. T.; MATEUS, R. G.; SILVA, V. L. Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas: desempenho e viabilidade econômica. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.1013-1030, 2015.

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.7, p.1598-1624, 2000.

ALMEIDA, G. A. P.; CAMPOS, J. M. S.; FERREIRA, M. A.; CORREIA, A. L. V.; ANDRADE, A. P. Palma (*Opuntia ficus-Indica* Mill) cv. Gigante em suplementos para fêmeas leiteiras em crescimento a pasto. **Revista Caatinga**, v.28, n.2, p.161-171, 2015.

ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ, J.; MONLEÓN, E.; SANZ, A.; BADIOLA, J. J.; JOY, M. Rumen fermentation and histology in light lambs as affected by forage supply and lactation length. **Research in Veterinary Science**, v.92, n.2, p.247-253, 2012.

ANAL, A. K.; e SING, H. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. **Trends in food Science and Thecnology**, v.18, n.1, p.240-251, 2007.

ARRUDA, A. M. V.; FERNANDES, R. T. V.; SILVA, J. M. Avaliação morfo-histológica da mucosa intestinal de coelhos alimentados com diferentes níveis e fontes de fibra. **Revista Caatinga**, v.21, n.2, p.01-11, 2008.

ASSOCIATION OF ANALITICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12 ed. AOAC International, Washington, D. C., 1990, 1219p.

BELANCHE, A.; BALCELLS, J.; DE LA FUENTE, G.; YAÑES-RUIZ, D. R.; FONDEVILA, M.; CALLEJA, L. Description of development of rumen ecosystem by

PCR assay in milk-fed, weaned and finished lambs in an intensive fattening system. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.94, n.5, p.648-658, 2010.

BEN SALEM, H.; MAKKAR, H. P. S. Simple and environmentally friendly options to improve livestock performance under small holder conditions. In: ODONGO, N. E.; GARCIA, M.; VILJOEN, G. L. (Eds), Sustainable improvement of animal production and health. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2010.

BITTAR, C. M. M.; FERREIRA, L. S.; SANTOS, F. A. P.; ZOPOLLATO, M. Desempenho e desenvolvimento do trato digestório superior de bezerros leiteiros alimentados com concentrado de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1561-1567, 2009.

BUREENOK, S.; SUKSOMBAT, W.; KAWAMOTO, Y. 2011. Effects of the fermented juice of epiphytic lactic acid bacteria (FJLB) and molasses on digestibility and rumen fermentation characteristics of ruzigrass (*Brachiaria ruziziensis*) silages. **Livestock Science**. v.138, n.2, p.266-271, 2011.

CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; AURELIANO JOSÉ VIEIRA PIRES, A. J.; SILVA, R. R.; PEREIRA, M. L. A.; VIANA, P. T.; SANTOS, A. B.; TAIALA PEREIRA, T. C. J. Balanço de nitrogênio, concentrações de ureia e síntese de proteína microbiana em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2253-2261, 2010.

CATUNDA, K. L. M.; AGUIAR, E. M.; NETO, P. E. G.; SILVA, J. G. M.; MOREIRA, J. A.; RANGEL, A. H. N.; LIMA JUNIOR, D. M. Gross composition, fatty acid profile and sensory characteristics of Saanen goat milk fed with cacti varieties. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, n.6, p.1253-1259, 2016

CHANEY, A. L., MARBACH, E. P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, n.2, p.130-132, 1962.

COSTA, R. G.; BELTRÃO FILHO, E. M.; MEDEIROS, A. N.; GIVISIEZ, P. E. N.; EGYPTO, R. D. C. R.; MELO, A. A. S. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. **Small Ruminant Research**, v.82, n.1, p.62-65, 2010.

CUNNINGHAM, J. G. Tratado de Fisiologia Veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

DANIEL, J. L. P.; RESENDE JÚNIOR, J. C.; CRUZ, F. J. Participação do ruminoretículo e omaso na superfície absorptiva total do proventrículo de bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, n.5, p.688-694, 2006.

DETMANN, E.; PINA, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; CAMPOS, J. M. S.; PAULINO, M. F.; OLIVEIRA, A. S.; HEMRIQUES, L. T. Estimação da fração digestível da proteína bruta em dietas para bovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2101-2109, 2006a.

DETMANN, E.; SOUZA, M.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A.; BERCHIELLI, T.; SALIBA, E.; AZEVEDO, J. Métodos para análise de alimentos- Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal, INCT. 2012. 214p.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T.; PINA, D. S.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; MAGALHÃES, K. A. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1479-1486, 2006c.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; CAMPOS, J. M. S.; PAULINO, M. F.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, P. A. Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1469-

1478, 2006b.

DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; PONCIANO, N. J.; FERNANDES, A. M. Validação de Equações Preditivas da Fração Indigestível da Fibra em Detergente Neutro em Gramíneas Tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1866-1875, 2004.

DE WAAL, H. O.; ZEEMAN, D. C.; COMBRINCK, W. J.; Wet faeces produced by sheep fed dried spineless cactus pear cladodes in balanced diets. **South African Journal of Animal Science**, v.36, p.10-13, 2006.

FAUBLADIER, C.; JULLIAND, V.; DANIEL, J.; PHILIPPEAU, C. Bacterial carbohydrate-degrading capacity in foal faeces: changes from birth to pre-weaning and the impact of maternal supplementation with fermented feed products. **British Journal of Nutrition**, v.110, n.6, p.1040–1052, 2013.

FERREIRA, M. A.; SILVA, F. M. D.; BISPO, S. V.; AZEVEDO, M. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no Semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.322-329, 2009.

GESTEIRA, S. C. Ganho de peso e desenvolvimento do estômago de bezerros desaleitados aos trinta dias de idade alimentados com concentrado e com ou sem feno. 1999. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

GOMES, G. M. F.; VASCONCELOS, A. M.; EGITO, A. S.; LIMA, A. R.; CARNEIRO, J. C.; LANDIM, A. V.; SALLES, H. O. Degradabilidade *in situ* do bagaço de cana-de-açúcar para pequenos ruminantes de raças naturalizadas do Nordeste brasileiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.6, p.1792-1800, 2013.

GUSHA, J.; MANYUCHI, C. R.; IMBWAYARO-CHIKOSI, I. V.; HAMANDISHE, V.

R.; KATSANDE, S.; ZVINOROVA, P. I. Production and economic performance of f1-crossbred dairy cattle fed non-conventional protein supplements in Zimbabwe. **Tropical Animal Health Production**, v.46, n.1, p.229-234, 2015.

HERBACH, K. M.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Impact of thermal treatment on color and pigment pattern of red beet (*Beta vulgaris* L.) preparations. **Journal of Food Science**, v.6. n.1. p.491-498, 2004.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Handbuch der klimatologie. Berlin, Germany: Gebrüder Borntraeger, v.3, n.1, 1930.

LEEK, B. F. Digestão no estômago do ruminante. In: REECE, W. O. Dukes/fisiologia dos animais domésticos. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, p. 404-437, 2006.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

LIU, Q.; CHEN, M.; ZHANG, J.; SHI, S.; CAI, Y. 2012. Characteristics of isolated lactic acid bacteria and their effectiveness to improve stylo (*Stylosanthes guianensis* Sw.) silage quality at various temperatures. **Animal Science Journal**. v.83, n.1, p.128–135, 2012.

MACDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D. et al. **Animal Nutrition**. 4.ed. Zaragoza: Acribia, 442p.,1993.

MARTENS, H.; RABBANI, I.; SHEN, Z. et al. Changes in rumen absorption processes during transition. **Animal Feed Science Technology**, v.172, n.1, p.95-102, 2012.

MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.

MELO, A. A. S.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; LIMA, M. A.; LIMA, E.; VILELA, E.; ARAÚJO, P. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Digestibilidade. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v.25, n.2, p.339-345, 2003.

MERTENS, E. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC international**, v.85, n.6, p.1217-1240. 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. National Academy Press, Washington, DC, 2007.

NOROUZIAN, M. A.; VALIZADEH, R.; VAHMANI, P. Rumen development and growth of Balouchi lambs offered alfalfa hay pre- and post-weaning. **Tropical Animal Health Production**, v.43, n.6, p.1169-1174, 2011.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: **Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas**, v.2, p.1-33, 2004.

OLIVEIRA, M. D. S.; ANDRADE, A. T.; BARBOSA, J. C.; SILVA, T. M.; FERNANDES, A. R. M.; CALDEIRÃO, E.; CARABOLANTE, A. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.41-50, 2007.

ØRSKOV, E. R.; AUMAITRE, A.; LEE, B. D.; HA, J. K. New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughages and feed intake. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.13, n.1, p.128-136, 2000.

PROPHET, E. M.; MILLIS, B.; ARRINGTON, J. B. Laboratory methods in histotechnology. Washington D. C. Editora: **American Registry of Pathology**, 265p., 1992.

PRZEMYSŁAW, S.; CEZARY, P.; STANISŁAW, M.; KRYSŁOF, L.; BARBARA, P.; ZOFIA, A.; MAJA, F.; KATARZYNA, Z. The effect of nutritional and fermentational characteristics of grass and legume silages on feed intake, growth performance and blood indices of lambs. **Small Ruminant Research**, v.123, n.1, p.1-7, 2015.

PURWIN, C.; MILEWSKI, S.; DASZKIEWICZ, T.; PYSERA, B.; TANSKI, Z.; ZABEK, K. Untersuchungen von Schlachtwert und Fleischqualität von Lämmer unter verschiedenen Silage-Fütterungsbedingungen. **Fleischwirtschaft**, v.11, p.123-127, 2013.

RAMOS, A. O.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; COSTA, S. B. M.; CONCEIÇÃO, M. G.; SILVA, E. C. D.; SOUZA, A. R. L. Diferentes fontes de fibra em dietas a base de palma forrageira na alimentação de ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.4, p.648-659, 2013.

SADJADIAN, R.; SEIFI, H. A.; MOBRI, M.; NASERIAN, A. A.; FARZANEH, N. Effect of monensin on metabolism and production in dairy Saanen goats in periparturient period. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v.26, n.1, p.82-86, 2013.

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal Nutrition**, v.32, n.1, p.199-208, 1974.

SHEDBALKAR, U. U.; ADKI, V. S.; JADHAV, J. P.; BAPAT, V. A.; Opuntia and other cacti: applications and biotechnological insights. **Tropical Plant Biology**, 2010, v.3, n.3, p.136-150, 2010.

SILVA, A. S. Desempenho, comportamento ingestivo e características de carcaça de caprinos nativos em confinamento no Semiárido. UFPB/CCA, Areia-PB, 2009.

SILVA, J. A.; BONOMO, P.; DONATO, S. L. R.; PIRES, A. J. V.; ROSA, R. C. C.; DONATO, P. E. R.; Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes

espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.1, p.866-875, 2012.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; Fox, D. G.; RUSSELL, J. B. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of animal science**, v.70, n.11, 3562-3577, 1992.

SISTEMA PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA E GENÉTICA - SAEG. Universidade Federal de Viçosa, Central de processamento de dados - Viçosa: UFV, 2001. 301p.

STROBEL, H. J., RUSSELL, J. B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.11, p.2941-2947, 1986.

TEDDESSE, D.; MELAKU, S.; MEKASHA. Effect of supplementation of cactus and selected Browsers Mix on feed utilization of Somali goats. **American Scientific Research Journal for Engineering Technology, and Sciences (ASRJETS)**, v.19, n.1, p.20-34, 2014.

TEKLEHAIMANOT, H S.; TRITSCHLER, J. P. Evaluation of Spineless Cactus (*Opuntia ficus-indicus*) as an Alternative Feed and Water Source for Animals During Dry Season in Eritrea. In: **Sustainable Agricultural Development**. Springer Netherlands, p. 245-252, 2011.

VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfafa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.8, n.12, p.2686-2696, 1999.

VAN GASTELEN, S.; ANTUNES-FERNANDES, E. C.; HETTINGA, K, A.; KLOP, G.; ALFERINK, S. J.; HENDRIKS, W. H.; DIJKSTRA, J. Enteric methane production,

rumen volatile fatty acid concentrations, and milk fatty acid composition in lactating Holstein-Friesian cows fed grass silage-or corn silage-based diets. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.3, p.1915-1927, 2015.

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

VELAYUDHAN, B. T.; DANIELS, K. M.; HORREL, D. P.; MCGILLIARD, M. L.; CORL, B. A.; JIANG, H.; AKERS, R. M. Developmental histology, segmental expression, and nutritional regulation of somatotropic axis genes in small intestine of preweaned dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v.91, n.9, p.3343-3352, 2008.

VÉRAS, R. M. L.; FERREIRA, M. A.; CAVALCANTI, C. V. A.; VÉRAS, A. S. C.; CARVALHO, F. D.; SANDOS, G. D.; MAIOR JÚNIOR, R. D. S. Substituição do milho por farelo de palma forrageira em dietas de ovinos em crescimento. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.249-256, 2005.

WEISS, W. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

YANG, L.; LU, M.; CARL, S.; MAYER, J. A.; CUSHMAN, J. C.; TIAN, E. HONGFEI, L. Biomass characterization of *Agave* and *Opuntia* as potential biofuel feedstocks. **Biomass and Bioenergy**, v76, n.1, p.43-53, 2015.

WANG, Y. H.; XU, M.; WANG, F. N.; YU, Z. P.; YAO, J. H.; ZAN, L. S.; YANG, F. X. Effect of dietary starch on rumen and small intestine morphology and digesta pH in goats. **Livestock Science**, v.122, p.48-52, 2009.

ZITNAN, R.; VOIGT, J.; KUHLA, S. et al. Morphology of small intestinal mucosa and intestinal weight change with metabolic type of cattle. **Veterinani Medicina**, v.53, n.10, p.525-532, 2008.

CAPÍTULO II

Comportamento ingestivo de caprinos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

Comportamento ingestivo de caprinos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o comportamento ingestivo em caprinos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho, 28 cabritos com peso médio inicial de 16 kg ($\pm 2,02$ kg) foram confinados em baias individuais, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro dietas, contendo 0, 33, 66 ou 100% de farelo de palma em substituição ao milho, e sete repetições. As observações comportamentais foram realizadas a intervalos de cinco minutos em dois períodos de 24 horas, por observadores treinados. Os consumos de matéria seca e fibra em detergente neutro não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de farelo de palma, com médias de 0,807 e 0,403, respectivamente. Entre as variáveis observadas, apenas a atividade de alimentação aumentou ($P < 0,05$) linearmente em função dos níveis de farelo de palma. Não houve influência dos níveis de farelo de palma nas dietas sobre as eficiências de alimentação e ruminação, o número de bolos e o tempo gasto para mastigação dos bolos. Essas alterações observadas não comprometeram o comportamento ingestivo, o que comprova ser possível substituir o milho por farelo de palma em níveis de até 100% na alimentação desses animais.

Palavras-chave: alimentação, cactáceas, comportamento, ócio

Feeding behavior of goats fed diets containing palm bran replacing corn

ABSTRACT

In order to evaluate the ingestive behavior in goats fed diets containing palm meal in substitution to maize, 28 kids with a mean initial weight of 16 kg (± 2.02 kg) were confined in individual stalls, in a completely randomized design with Four diets, containing 0, 33, 66 or 100% of palm meal in substitution to maize, and seven replicates. Behavioral observations were performed at five-minute intervals in two 24-hour periods by trained observers. The dry matter and neutral detergent fiber intakes were not influenced ($P > 0.05$) by the levels of palm meal, with averages of 0.807 and 0.403, respectively. Among the observed variables, only the feeding activity increased ($P < 0.05$) linearly as a function of the levels of palm meal. There was no influence of the levels of palm meal in the diets on feeding and rumination efficiencies, number of cakes and time spent on chewing cakes. These changes did not compromise the ingestive behavior, which proves that it is possible to replace maize with palm meal at levels up to 100% in the feeding of these animals.

Key words: food, cactuses, behavior, leisure

INTRODUÇÃO

A estacionalidade das chuvas na Região Nordeste é um dos principais limitantes para a disponibilidade de alimentos para os rebanhos, comprometendo a expressão do potencial genético de pequenos ruminantes (MARQUES et al., 2007; CHAKOMA et al., 2004) por reduzir a oferta de forragens e aumentar o preço dos alimentos concentrados (PINHEIRO et al., 2009; COSTA et al., 2012).

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) tem sido testada nos últimos anos para diversas finalidades. Como exemplo YANG et al. (2015) fizeram a caracterização da biomassa da palma como matéria prima para biocombustíveis; Santos et al. (2016) estudaram o potencial da biomassa de cladódios da palma para produção de biocombustível; e Cabrera et al. (2016) desenvolveram técnicas para remoção de espinhos da palma para consumo na culinária mexicana. Além dessas finalidades, a palma tem sido amplamente utilizada como fonte energética em dietas para ruminantes (GUSHA et al., 2015; NETO et al., 2015; FELIX et al., 2016).

O milho é o principal concentrado energético utilizado em rações para ruminantes, porém, em muitos casos, o seu custo pode inviabilizar os sistemas de produção (TOUNO et al., 2014). Pelas características nutricionais da palma, que possui até 63% de carboidratos não-fibrosos (COSTA et al., 2012; FERREIRA et al., 2011; LINS et al., 2016; COSTA et al., 2016), acredita-se que possa ser utilizada em substituição ao milho em dietas para caprinos em confinamento sem alterar o comportamento alimentar desses animais.

Resultados promissores envolvendo o uso de farelo de palma em dietas para ovinos (VÉRAS et al., 2005) e bovinos (NETO et al., 2015) têm sido reportados e indicam que esse alimento não altera as variáveis produtivas, metabólicas e de comportamento alimentar dos animais.

Os efeitos do farelo de palma sobre o comportamento ingestivo de caprinos em regime de confinamento são desconhecidos. Considerando as características nutricionais desse alimento, realizou-se esta pesquisa com o objetivo de avaliar o comportamento ingestivo de caprinos em confinamento alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Princípios éticos da experimentação

Esta pesquisa foi conduzida em estreita conformidade com a legislação brasileira sobre pesquisa e experimentação com animais e foi aprovada pela Comissão de Ética para o uso de animais da Universidade Federal da Bahia, localizada em Salvador, Bahia.

Local de experimentação

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, localizada no município de São Gonçalo dos Campos – Bahia, a 12°25'58" de latitude sul e 38°58'01" de longitude oeste. Segundo a classificação de Köppen e Geiger, o clima é do tipo Aw, definido como tropical, com o maior índice pluviométrico no verão, média anual de 1.079 mm e temperatura média de 23,2 °C.

Animais e instalações

Foram utilizados 28 cabritos mestiços Boer não-castrados, com massa corporal média de 16 kg ($\pm 2,02$ kg), distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro dietas experimentais e sete repetições.

Os animais foram acondicionados em baias individuais de metal suspensas, com piso ripado e área disponível de 1,2 m², dispostas em galpão coberto. Às baias, foram acoplados bebedouros e comedouros individuais removíveis, com fácil acesso pelos animais.

Dietas experimentais, manejo alimentar e consumo

As dietas experimentais avaliadas foram compostas de feno capim-tifton-85 como volumoso e farelo de palma nos níveis 0, 33, 66 ou 100% de substituição ao milho moído.

O feno de capim-tifton - 85 (*Cynodon dactylon*) foi triturado em máquina forrageira (Laboremus® - LB2n), reduzido a partículas menores que 1 cm. Para cálculo da composição do feno, foram utilizados dados obtidos após análises bromatológicas dos ingredientes.

O farelo de palma foi produzido nas instalações da fazenda experimental, a partir da desidratação da palma Gigante.

Após a colheita, os cladódios foram desintegrados em máquina forrageira (Laboremus[®] - LB2n) com peneira adaptada, evitando-se o desperdício de material.

Depois de desintegrado, o material foi levado a um terreno pavimentado, onde foi espalhado, formando uma camada de 10 a 15 cm, que foi revolvida a cada hora, expondo todo o material à ação do sol.

Após o processo de desidratação, que durou de 2 a 4 dias, o material foi moído em máquina forrageira (Laboremus[®] - LB2n) adaptada com uma peneira de 3 mm, para a obtenção farelo de palma.

Para composição das dietas experimentais, além do farelo de palma, foram utilizados milho moído, farelo de soja (Tabela 1), suplemento mineral e ureia.

Tabela 1 - Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

| Item | Ingrediente | | | |
|---|-------------------|-------------|----------------|-----------------|
| | Feno de tifton-85 | Milho moído | Farelo de soja | Farelo de palma |
| Matéria seca (%) | 92,60 | 93,21 | 92,28 | 89,07 |
| Matéria orgânica ¹ (%) | 92,37 | 98,86 | 94,06 | 88,53 |
| Matéria mineral ¹ (%) | 6,63 | 1,46 | 5,94 | 13,45 |
| Proteína bruta ¹ (%) | 9,05 | 8,23 | 43,92 | 5,82 |
| Extrato etéreo ¹ (%) | 0,82 | 2,87 | 1,99 | 1,21 |
| Fibra em detergente neutro ¹ | 77,13 | 17,81 | 12,92 | 36,26 |
| Fibra em detergente neutro _{cp} ² (%) | 73,79 | 16,81 | 10,15 | 35,31 |
| Fibra em detergente ácido ¹ (%) | 42,80 | 3,87 | 9,07 | 18,95 |
| Carboidratos não-fibrosos ¹ (%) | 10,72 | 64,44 | 19,16 | 68,02 |
| Carboidratos totais ¹ (%) | 83,50 | 87,44 | 48,15 | 79,40 |
| Lignina ¹ (%) | 8,15 | 2,27 | 5,24 | 5,76 |
| Hemicelulose ¹ (%) | 29,99 | 10,46 | 3,49 | 12,32 |
| Celulose ¹ (%) | 34,65 | 1,60 | 5,94 | 13,19 |
| Nutrientes digestíveis totais ² (%) | 58,40 | 78,98 | 79,47 | 57,72 |

¹ Valor expresso em % da matéria seca; ² Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ² Nutrientes digestíveis totais estimados pelas equações de Detman et al. (2004, 2006a, 2006b, 2006c).

As dietas foram formuladas com base nas recomendações do National Research Council - NRC (2007) para ganhos de 200 g/dia (Tabela 2).

Tabela 2 - Composição percentual dos ingredientes nas dietas experimentais e sua composição bromatológica

| Ingrediente (% MS) | Níveis de farelo de palma (%) | | | |
|---|-------------------------------|-------|-------|-------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 |
| Milho moído | 35,90 | 23,93 | 11,97 | 0,00 |
| Farelo de soja | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 11,00 |
| Farelo de Palma | 0,00 | 11,97 | 23,93 | 35,90 |
| Suplemento mineral ^a | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Ureia | 1,60 | 1,60 | 1,60 | 1,60 |
| Feno de capim-tifton-85 | 50,00 | 50,00 | 50,00 | 50,00 |
| Composição bromatológica | | | | |
| Matéria seca | 90,83 | 93,03 | 93,50 | 92,75 |
| Matéria orgânica ¹ | 94,04 | 91,99 | 90,51 | 89,35 |
| Matéria mineral ¹ | 4,89 | 6,12 | 8,02 | 10,11 |
| Proteína bruta ¹ | 16,98 | 16,34 | 15,89 | 15,65 |
| Extrato etéreo ¹ | 1,77 | 1,51 | 1,27 | 1,01 |
| Carboidratos totais | 76,92 | 76,47 | 74,82 | 73,23 |
| Fibra em detergente neutro ¹ | 41,15 | 43,21 | 45,43 | 48,14 |
| Fibra em detergente neutro _{cp} ² (%) | 38,85 | 40,56 | 43,31 | 46,78 |
| Fibra em detergente ácido ¹ | 8,60 | 9,22 | 13,15 | 16,55 |
| Lignina | 3,12 | 1,74 | 2,73 | 2,89 |
| Hemicelulose | 7,16 | 16,76 | 14,10 | 9,71 |
| Celulose | 12,42 | 1,83 | 7,86 | 5,70 |
| Carboidratos não-fibrosos ^{1*} | 35,03 | 32,54 | 30,01 | 28,97 |
| Nutrientes digestíveis totais ² | 64,99 | 58,60 | 54,62 | 53,37 |

¹ Valor expresso em % da matéria seca; ² Estimados pelas equações de Detmann et al. (2004, 2006a, 2006b, 2006c); ^a Níveis de garantia (por kg em elementos ativos): cálcio – 120 g; fósforo – 87 g; sódio – 147 g; enxofre – 18 g; cobre – 590 mg; cobalto – 40 mg; flúor – 870 mg; fósforo (P) a solubilidade em ácido cítrico a 2%, no mínimo - 95%; *Corrigido para ureia – Hall (2000).

Os animais foram confinados por 73 dias, após 12 dias de adaptação às instalações, às dietas e ao manejo diário. Nesta fase receberam volumoso de feno de capim-tifton-85 à vontade e proporções crescentes das dietas experimentais.

Durante a fase experimental (73 dias), realizou-se a coleta de amostras e de informações para avaliação do consumo e da digestibilidade dos componentes nutricionais, do balanço de nitrogênio e do desempenho dos animais.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 9:00 e às 16:00, na forma de mistura completa, em uma relação volumoso:concentrado de 50:50, a fim de minimizar

a seleção, permitindo-se 10 a 20% de sobras na matéria natural. As dietas fornecidas e as sobras foram registradas e amostradas diariamente, para mensuração do consumo de nutrientes.

As dietas fornecidas e as sobras foram amostradas periodicamente a cada semana, obtendo-se uma amostra composta por período, por animal, com base no peso seco. Posteriormente, as amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, moídas e acondicionadas em potes plásticos para análises posteriores.

Comportamento ingestivo

Os animais foram submetidos à observação visual para avaliação do comportamento ingestivo durante dois dias, do 36° ao 37° dia e do 48° ao 49° dia. As observações foram feitas a intervalos de cinco minutos (JONSON e COMBS, 1991), para a avaliação dos tempos de alimentação, ruminação e ócio.

Foram realizadas observações em cada animal, em três períodos (manhã, tarde e noite), para contagens do número de mastigações merísticas (MM) por bolo ruminal e contabilização do tempo gasto para ruminação de cada bolo, segundo recomendações de Burger et al. (2000).

Na estimação das variáveis comportamentais de alimentação e ruminação (min/kg MS e FDN), eficiência alimentar (g MS e FDN/hora), eficiência em ruminação (g de MS e FDN/bolo e g de MS e FDN/hora) e consumo médio de MS e FDN por período de alimentação, consideraram-se os consumos de MS e FDN dos dias referentes aos ensaios de comportamento descritos anteriormente.

O número de bolos ruminados no dia foi obtido dividindo-se o tempo total de ruminação (min) pelo tempo médio gasto na ruminação de um bolo. As concentrações de MS e FDN em cada bolo ruminado (g) foram obtidas pela divisão das quantidades de MS e FDN consumidas, em g, durante do dia, pelo número de bolos ruminados diariamente, de acordo com as equações descritas por Burguer et al. (2000):

$$EALMS = CMS/TAL;$$

$$EALFDN = CFDN/TAL;$$

em que: EALMS = eficiência de alimentação em g MS consumida/hora; EALFDN = eficiência de alimentação em g FDN consumida/hora; CMS (g) = consumo diário de

matéria seca; CFDN (g) = consumo diário de FDN; TAL = tempo gasto diariamente em alimentação.

$$ERUMS = CMS/TRU;$$

$$ERUFDN = CFDN/TRU;$$

em que: ERUMS = eficiência de ruminação em g MS ruminada/hora; ERUFDN = eficiência de ruminação em g FDN ruminada/hora; e TRU (h/dia) = tempo de ruminação.

$$TMT = TAL + TRU$$

em que: TMT (min/dia) = tempo de mastigação total.

Foram observados ainda os períodos de alimentação, ruminação e ócio, pela determinação do número de sequências com que esses animais realizaram cada uma das atividades, com as anotações registradas em planilha etológica.

A coleta de dados para observação do tempo gasto em cada atividade foi feita com o auxílio de cronômetros digitais, por quatro observadores, que ficaram estrategicamente posicionados, de modo a não interferirem na rotina dos animais.

Análises estatísticas

Para análise dos dados, utilizou-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 2001). Os dados apresentaram homocedasticidade e distribuição normal, comprovados pelos testes de Cochran e Lilliefors. Após essas análises, os dados foram submetidos a análises de variância, considerando-se 5% de probabilidade como limite de significância, e, quando significativos, foram submetidos a ajuste de modelos de regressão polinomial, até o terceiro grau. A escolha do modelo que melhor se ajustou aos dados baseou-se na significância da análise de variância da regressão, do coeficiente de determinação e da significância dos parâmetros do modelo, sendo este último testado pelo teste t de Student.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijkl} = m + T_i + \beta_1(P_j - P) + \beta_2(P_j - P) + e_{ijk},$$

em que:

Y_{ijkl} = o valor observado da variável;

m = constante geral da característica;

T_i = efeito do tratamento i ($i = 1, 2, 3, 4$), em que 1 = 0% de farelo de palma, 2 = 33% de farelo de palma, 3 = 66% de farelo de palma, e 4 = 100% de farelo de palma;

β_1 = coeficiente linear de regressão da variável Y , em função dos níveis de substituição do farelo de palma;

β_2 = coeficiente quadrático de regressão da variável Y , em função dos níveis de farelo de palma;

P_j = níveis de substituição do milho por farelo de palma, sendo $j = 0, 33\%, 66\%, 100\%$;

P = nível médio de substituição do milho na dieta;

e_{ijk} = erro associado a cada observação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção do tempo de alimentação, que aumentou linearmente ($P < 0,05$) em função dos níveis de farelo de palma (Tabela 3), as demais atividades mantiveram-se inalteradas ($P > 0,05$).

As prováveis causas para o aumento do tempo de alimentação são o padrão de fermentação e a palatabilidade das dietas com maior proporção de farelo de palma, que também possui elevado teor de CNF e provocou aumento ($P < 0,05$) na frequência de alimentação, que, por sua vez, refletiu no tempo total dessa atividade.

Já a ausência de efeito ($P > 0,05$) para as demais atividades de ruminação e ócio (Tabela 3) justifica-se pelo consumo de matéria seca (CMS), que também não apresentou diferenças entre as dietas (Tabela 3), e consiste em uma das variáveis de significativa influência no comportamento ingestivo (LIN et al., 2011).

O tempo médio despendido na atividade de alimentação foi de 267,88 minutos ou 4 horas e 28 min/dia, resultado que corrobora os obtidos por Tavares et al. (2008), que não observaram efeito do uso de palma picada em pedaços de 3 cm, compondo até 75% da dieta de ovinos, sobre as variáveis estudadas. Esse resultado é semelhante também aos de Ramos et al. (2013) e Costa et al. (2012), que, ao estudarem os

parâmetros de comportamento ingestivo de caprinos submetidos a dietas com palma forrageira picada (partículas de 2-4 cm) em níveis de 0, 25, 50 e 100% na dieta, respectivamente, não verificaram nenhum efeito sobre as variáveis estudadas.

Tabela 3 - Consumo de matéria seca (CMS) e fibra em detergente neutro (FDN), atividades de alimentação, ruminação e mastigação e ócio em cabritos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Item | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P* | |
|---------------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| Consumo, em 24 horas (kg) | | | | | | | | |
| MS | 0,769 | 0,951 | 0,781 | 0,728 | 0,807 | 0,371 | 0,5465 | 0,7385 |
| FDN | 0,381 | 0,474 | 0,384 | 0,375 | 0,403 | 0,193 | 0,4778 | 0,6668 |
| Alimentação | | | | | | | | |
| Min/dia | 240,7 | 262,1 | 242,1 | 326,4 | 267,9 | 11,7 | 0,0455 | 0,2264 |
| Min/kg MS | 321,8 | 293,5 | 351,1 | 451,1 | 354,3 | 27,1 | 0,0674 | 0,2366 |
| Min/kg FDN | 653,4 | 590,9 | 742,3 | 880,5 | 716,8 | 59,1 | 0,1274 | 0,4126 |
| Ruminação | | | | | | | | |
| Min/dia | 411,4 | 435,7 | 430,0 | 450,7 | 432,0 | 13,2 | 0,3693 | 0,9500 |
| Min/kg MS | 558,8 | 480,6 | 592,8 | 622,8 | 563,8 | 28,2 | 0,5596 | 0,9500 |
| Min/kg FDN | 1148,3 | 967,2 | 1237,6 | 1214,6 | 1142,0 | 66,6 | 0,2035 | 0,0820 |
| Mastigação | | | | | | | | |
| Nº/bolo | 58,0 | 61,6 | 58,8 | 55,5 | 58,4 | 1,8 | 0,5598 | 0,3697 |
| Seg/bolo | 51,2 | 49,8 | 44,1 | 50,2 | 48,8 | 2,5 | 0,3907 | 0,2938 |
| Nº/dia | 21967 | 22414 | 22774 | 24347 | 22875 | 913,2 | 0,3844 | 0,7731 |
| H/dia | 11,0 | 11,6 | 11,1 | 12,5 | 11,55 | 0,38 | 0,1243 | 0,4090 |
| Min/kg MS | 880,7 | 774,1 | 943,2 | 1073,8 | 917,95 | 52,0 | 0,2289 | 0,1084 |
| Min/kg FDN | 1801,8 | 1558,2 | 1979,8 | 2095,1 | 1858,7 | 119,7 | 0,2352 | 0,4715 |
| Ócio | | | | | | | | |
| Min/dia | 787,8 | 742,1 | 767,8 | 662,8 | 740,1 | 22,4 | 0,0838 | 0,5031 |
| Equações de regressão | | | | | | | | |
| Alimentação | | | | | | | | |
| Min/dia | $\hat{Y} = 232,2 + 0,716250x$ | | | | | | $(R^2 = 0,58)$ | |

¹ EPM = erro-padrão da média. L² = significância para efeito linear. Q³ = significância para efeito quadrático. Valor-P* = probabilidade significativa ao nível de 5%.

O tempo gasto com ruminação foi de 432 minutos, ou 7 horas 12 min/dia, e não foi influenciado ($P > 0,05$) pelos níveis de farelo de palma nas dietas, variando de 411,43 a 450,71 minutos, equivalendo a 28,57 a 31,30%, respectivamente (Tabela 3). Em ócio, o tempo médio despendido foi de 740,17 minutos, ou 12 horas e 20 min/dia, resultado que corrobora os de Fotius et al. (2014), que também não observaram efeito de diferentes estratégias de fornecimento da palma, sobre as atividades de ruminação e

ócio.

O número de bolos (nº/dia) também não foi influenciado ($P>0,05$) pela substituição do milho por farelo de palma (Tabela 4), provavelmente porque não houve efeito das dietas sobre o tempo de ruminação, visto que, tanto o número de bolos quanto as quantidades de MS e FDN ruminadas nesses bolos, estão intimamente relacionados ao consumo (PEREIRA et al., 2013b), que também não foi influenciado ($P>0,05$).

A palma passou por processo de trituração, atingindo partículas minimamente uniformes e semelhantes às dos alimentos concentrados, o que justifica esses resultados e que pode ainda justificar a ausência de efeito ($P>0,05$) observada nas atividades de mastigação, em seg/bolo e min/dia.

Um dos principais fatores que influenciam a ruminação é o tamanho de partícula (MERTENS, 1992), que irá determinar o tempo despendido nessa atividade. A redução das partículas no processamento da palma pode proporcionar menores tempos de mastigação e a maximização dos benefícios desse alimento (VILELA et al., 2010).

As eficiências de alimentação (EAL, g MS/h) e ruminação (ERUM, g MS/h e g FDN/h) não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos níveis de substituição do milho pelo farelo de palma.

Tabela 4 - Eficiências de alimentação e ruminação em caprinos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Item | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P* | |
|---------------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| Eficiência de alimentação | | | | | | | | |
| gMS/hora | 203,0 | 224,5 | 229,0 | 192,4 | 212,2 | 16,9 | 0,2385 | 0,1156 |
| gFDN/hora | 99,8 | 102,0 | 104,4 | 96,7 | 100,7 | 4,7 | 0,3228 | 0,1387 |
| Eficiência de ruminação | | | | | | | | |
| gMS/hora | 109,7 | 131,5 | 124,0 | 98,2 | 115,8 | 7,8 | 0,5541 | 0,1460 |
| gFDN/hora | 54,3 | 65,7 | 61,5 | 50,8 | 58,1 | 4,1 | 0,6917 | 0,2032 |
| gMS/bolo | 2,0 | 2,5 | 2,4 | 2,0 | 2,2 | 0,1 | 0,4572 | 0,1000 |
| gFDN/bolo | 1,0 | 1,3 | 1,2 | 0,9 | 1,1 | 0,0 | 0,5413 | 0,1421 |
| Bolos (nº/dia) | 386,8 | 367,7 | 399,6 | 443,8 | 399,5 | 18,3 | 0,2307 | 0,4074 |

¹ EPM = erro-padrão da média. L² = significância para efeito linear. Q³ = significância para efeito quadrático. Valor-P* = probabilidade significativa ao nível de 5%.

O fato de os consumos de MS e FDN não terem sido influenciados, a ausência de diferenças nas atividades de ruminação e a semelhança entre as características nutricionais das dietas e a taxa de digestão, apesar do maior teor de fibra no farelo de

palma, justificam a semelhança ($P>0,05$) entre as eficiências.

O tempo gasto com os movimentos merísticos (MM) está diretamente relacionado ao consumo de MS e à concentração de FDN da dieta (CARDOSO et al., 2006) e também não foi influenciado ($P>0,05$) pelas dietas, apresentando mesmo comportamento observado para as variáveis de eficiência (Tabela 4).

A substituição do milho pelo farelo de palma influenciou ($P<0,05$) apenas a frequência de alimentação, não afetando ($P>0,05$) os tempos gastos com cada atividade por período (Tabela 5).

Tabela 5 - Frequência e tempo médio despendido por período nas atividades de alimentação, ruminação e ócio e consumos de MS e FDN por período de alimentação em cabritos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Item | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P* | |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| Frequência de atividades | | | | | | | | |
| Alimentação ^A | 16,72 | 18,20 | 17,81 | 22,67 | 18,85 | 0,95 | 0,0443 | 0,2240 |
| Ruminação ^A | 28,57 | 30,26 | 29,88 | 27,30 | 29,07 | 0,92 | 0,6272 | 0,9474 |
| Ócio ^A | 54,71 | 51,54 | 52,31 | 50,03 | 52,14 | 1,56 | 0,0817 | 0,5087 |
| Tempo gasto por período (min) | | | | | | | | |
| Alimentação | 14,23 | 15,27 | 15,00 | 15,61 | 15,02 | 3,99 | 0,7172 | 0,2136 |
| Ruminação | 14,87 | 14,52 | 17,17 | 16,43 | 15,74 | 0,74 | 0,2883 | 0,8859 |
| Ócio | 18,70 | 17,14 | 19,37 | 16,50 | 17,92 | 0,87 | 0,5822 | 0,7105 |
| Consumo/período de alimentação (kg) | | | | | | | | |
| MS | 0,045 | 0,055 | 0,053 | 0,053 | 0,051 | 0,0012 | 0,1981 | 0,5983 |
| FDN | 0,022 | 0,028 | 0,026 | 0,042 | 0,029 | 0,0023 | 0,1709 | 0,5692 |
| Alimentação | $\hat{Y} = 16,128 + 0,497x$ | | | | | | $(R^2 = 0,70)$ | |

¹ EPM = erro-padrão da média. ^A Médias em porcentagem; L² = significância para efeito linear. Q³ = significância para efeito quadrático. Valor-P* = probabilidade significativa ao nível de 5%.

Os valores médios de 4 horas e 27 minutos, de 7 horas e 12 minutos e de 12 horas e 20 minutos para as variáveis, alimentação, ruminação e ócio, respectivamente, indicam que os cabritos passaram 18,85% do tempo comendo, 30% ruminando e 52,14% em ócio (Tabela 5), resultados bem próximos aos encontrados por Félix et al. (2016), que, avaliaram o comportamento de ovinos alimentados com dietas contendo 20% de palma forrageira *in natura* e encontram valores de 4 horas e 08 minutos (17%); 7 horas e 20 minutos (29%) e 13 horas e 21 minutos (54%) para tempo/frequência de alimentação, ruminação e ócio, respectivamente.

Os tempos gastos com alimentação, ruminação e ócio também não foram

influenciados pelas dietas ($P>0,05$), apresentando médias de 15,02; 15,74 e 17,92 minutos, respectivamente, corroborando relatos de Gomes et al. (2012) em estudo no qual também avaliaram o comportamento de caprinos em confinamento.

CONCLUSÕES

As alterações observadas não comprometem o comportamento ingestivo de caprinos alimentados com dietas contendo farelo de palma, que pode substituir o milho em até 100% na alimentação desses animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF ANALITICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12 ed. AOAC International, Washington, D.C. 1994. 1219p, 1990.

BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. D.; VALADARES FILHO, S. D. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.

CABRERA, L. P.; REYES, T. F.; DELGADO, A. P.; ORNELA, R. E.; PEREZ CARO, D. A.; POSADA, E.; ARRONTE, M. Removal of *Opuntia* thorns by pulsed laser ablation: Bromatological and microbiological analysis. **Journal of Food Engineering**, v.169, n.1, p.38-43.

CARDOSO, A. R.; PIRES, C. C.; CARVALHO, S.; FELIPE, D. B. G.; WOMMER, T. M. H. Consumo de nutrientes e desemp'lenho de cordeiros alimentados com dietas que contêm diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.215-221, 2006.

CHAKOMA, C.; HOVE, L.; NYATHI, P. (2004). Strategies for dry season feeding of animals: current status in Zimbabwe. In: **Strategies for dry season feeding of animals in Central and Southern Africa**, Proceedings of a joint ZSAP/FAO Workshop, 2004.

COSTA, R. G.; TREVIÑO, I. H.; MEDEIROS, G. R.; MEDEIROS, A. N.; PINTO, T. F.; OLIVEIRA, R. L. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v.102, n.1, p.13-17, 2012.

COSTA, S. B. M.; FERREIRA, M. A.; PESSOA, A. R. S.; BATISTA, A. M. V.; RAMOS, A. O.; CONCEIÇÃO, M. G.; GOMEZ, L. H. S. Tifton hay, soybean hulls and whole cottonseed as fiber source in spineless cactus diets for sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v.44, n.2, p.1993-2000, 2012.

DETMANN, E.; PINA, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; CAMPOS, J. M. S.; PAULINO, M. F.; OLIVEIRA, A. S.; HENRIQUES, L. T. Estimação da fração digestível da proteína bruta em dietas para bovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2101-2109, 2006a.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T.; PINA, D. S.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; MAGALHÃES, K. A. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1479-1486, 2006c.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; CAMPOS, J. M. S.; PAULINO, M. F.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, P. A. Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1469-1478, 2006b.

DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; PONCIANO, N. J.; FERNANDES, A. M. Validação de Equações Preditivas da Fração Indigestível da Fibra em Detergente Neutro em Gramíneas Tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1866-

1875, 2004.

FÉLIX, S. C. R.; PESSOA, R. A. S.; FERREIRA, M. A.; SOARES, L. F. P.; SILVA, J. L.; ABREU, K. S. F.; MELO, A. C. C. Intake, performance, and carcass characteristics of lambs fed spineless cactus replancing wheat bran. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, n.2, p.465-468, 2016.

FERREIRA, M. A.; SILVA, F. M.; BISPO, S. V.; AZEVEDO, M. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.322-329, 2011.

FOTIUS, A. C. A.; FERREIRA, M. A.; BISPO, S. V.; VÉRAS, A. S. C.; SALLA, L. E.; CHAGAS, J. C. Behavior of sheep fed different sequences of ingredients in a spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) based-diet. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.1, p.74-82, 2014.

GOMES, S. P.; BORGES, A. C. C; BORGES, I.; MACEDO JÚNIOR, G. L.; SILVA, A. G. M.; PANCOTI, C. G. Effect of the forage particle size and the number of feedings on intake and digestibility in sheep. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.1, p.137-149, 2012.

GUSHA, J.; HALIMANI, TE. E.; NGONGONI, N. T.; NCUBE, S. Effevt of feeding cactus-legume silages on nitrogen retention, digestibility and microbial protein synthesis in goats. **Animal Feed Science and Technology**, v.206, n.1, p.1-7, 2015.

HALL, M. B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis**. (s.l.): Institute of Food Agricultural Sciences and University of Florida, 2000. 42p. (Extension Bolletín, 339).

JOHNSON, T.R.; COMBS, D.K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.3, p.933-944, 1991.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Handbuch der klimatologie. Berlin, Germany: Gebrüder Borntraeger, v.3, n.1, 1930.

LIN, L.; DICKHOEFER, U.; MÜLLER, K.; SUSENBETH, A. Grazing behavior of sheep at different stocking rates in the Inner Mongolian steppe, China. **Applied Animal Behaviour Science**, v.129, n.1, p.36-42, 2011.

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

MARQUES, A. V. M. S.; COSTA, R. G.; AZEVEDO, M. A.; SILVA, J. M. P. F.; MADRUGA, M. S.; FILHO, G. E. L. Rendimento, composição tecidual e musculabilidade da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis de feno de flor-de-seda na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.610-617, 2007.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. Simpósio Internacional de Ruminantes, v. 29, p. 188-219, 1992.

NETO, J. A. S.; CASTRO FILHO, E. S.; ARAÚJO, F. A. Potencial das cactáceas como alternativa alimentar no Semiárido. **Nutrime Revista Eletrônica**, v.12, n.6, p.4426-4434, 2015.

PEREIRA, T. C. J.; PEREIRA, M. L. A.; ALMEIDA, P. J. P.; PEREIRA, C. A. R.; SANTOS, A. B.; SANTOS, E. J. Mesquite pod meal in diets for Santa Inês sheep: ingestive behavior. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.35, n.2, p.201-206, 2013b.

PINHEIRO, R. S. B.; SOBRINHO, A. G. S.; MOURÃO, R. C.; YAMAMOTO, S. M.; SIQUEIRA, G. R.; ANDRADE, E. N. Amonização do resíduo da produção de sementes

de forragem no desempenho e biometria de cordeiros. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.3, p.711-720, 2009.

RAMOS, A. O.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; COSTA, S. B. M.; CONCEIÇÃO, M. G.; SILVA, E. C.; SALLA, L. E.; SOUZA, A. R. D. L. Different fiber sources in diets based on spineless cactus in sheep feeding. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.4, p.648-659, 2013.

SISTEMA PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA E GENÉTICA - SAEG. Universidade Federal de Viçosa, Central de processamento de dados - Viçosa: **UFV**. 301p, 2001.

SANTOS, T. N.; DUTRA, E. D.; PRADO, A. G.; LEITE, F. C. B.; SOUZA, R. F. R.; SANTOS, D. C.; ABREU, C. A. M.; SIMÕES, D. A.; MORAIS JR, M. A.; MENEZES, R. S. C. Potential for biofuels from the biomass of prickly pear cladodes: Challenges for bioethanol and biogas production in dry areas. **Biomass and Bioenergy**, v.85, p.215-222, 2016.

TAVARES, A. M. A.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, Â. M. V.; DE ANDRADE FERREIRA, M.; VIEIRA, E. L.; SILVA, R. F. S. Níveis crescentes de feno em dietas à base de palma forrageira para caprinos em confinamento: comportamento ingestivo. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v.27n.4, p.497-504, 2008.

TOUNO, E.; KANEKO, M.; UOZUMI, S.; KAWAMOTO, H.; DEGUCHI, S. Evaluation of feeding value of forage soybean silage as a substitute for wheat bran in sheep. **Animal Science Journal**, v.85, n.1, p.46-52, 2014.

VÉRAS, R. M. L.; FERREIRA, M. A.; CAVALCANTI, C. V. A.; VÉRAS, A. S. C.; CARVALHO, F. D.; SANDOS, G. D.; MAIOR JÚNIOR, R. D. S. Substituição do milho por farelo de palma forrageira em dietas de ovinos em crescimento. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.249-256, 2005.

VILELA, M. S.; FERREIRA, M. A.; AZEVEDO, M.; MODESTO, E. C.; FARIAS, I.;

GUIMARÃES, A. V.; BISPO, S. V. Effect of processing and feeding strategy of the spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill.) for lactating cows: Ingestive behavior. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 125, n. 1, p. 1-8, 2010.

YANG, L.; MI, L.; CARL, S.; MAYER, A. J.; CUSHMAN, C. J.; TIAN, E. LIN, H.; Biomass characterization of *Agave* and *Opuntia* as potential biofuel feedstocks. **Biomass and Bioenergy**, v.76, p.43-53, 2015.

CAPÍTULO III

Características quantitativas e qualitativas de carcaça e da carne de caprinos submetidos a dietas com farelo de palma em substituição ao milho

Características quantitativas e qualitativas de carcaça e da carne de caprinos submetidos a dietas com farelo de palma em substituição ao milho

RESUMO

Objetivou-se avaliar as características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne de caprinos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho. Para isso, foram confinados 28 caprinos com peso médio inicial de 16 kg ($\pm 2,02$ kg), em delineamento inteiramente casualizado, com quatro níveis de substituição (0, 33, 66 e 100%) e sete repetições. O abate ocorreu após jejum de sólidos e líquidos e as carcaças foram pesadas e separadas para determinação de rendimento e avaliação de carcaça. Foi verificado efeito linear negativo das dietas sobre o peso e os rendimentos comercial e verdadeiro de carcaça, cujas médias foram de 11,10 kg, 42,73 e 43,25%, respectivamente. Os constituintes não-carcaça não foram afetados pela inclusão de farelo de palma nas dietas, semelhantemente ao que aconteceu com a maioria das variáveis morfométricas, uma vez que houve efeito apenas no comprimento externo da carcaça e perímetro da garupa. Quanto aos cortes comerciais, apenas a porcentagem de costela foi influenciada (18,26%), com redução linear em função dos níveis de farelo de palma. Observou-se ainda efeito linear para as relações músculo \times osso e osso \times gordura e efeito quadrático para porcentagem de músculos, além do índice de musculidade da perna. Houve redução nos teores de proteína e cinzas do músculo *longissimus dorsi*, enquanto os teores de colesterol aumentaram com a inclusão de farelo de palma na dieta. Não foi verificado efeito das dietas sobre as características sensoriais da carne. Dessa forma, a substituição total do milho por farelo de palma reduz o rendimento comercial, mas não altera o rendimento dos cortes comerciais nem as características qualitativas e sensoriais da carne de caprinos.

Palavras-chave: alimento alternativo, cactácea, cabritos, nutrição

Quantitative and qualitative characteristics of carcass and meat of goats submitted to diets with palm bran replacing corn

ABSTRACT

The objective was to evaluate the quantitative and qualitative characteristics of the carcass and the meat of goats submitted to diets containing palm meal in substitution of maize. For this, 28 goats with mean initial weight of 16 kg (± 2.02 kg) were housed in a completely randomized design with four replacement levels (0, 33, 66 and 100%) and seven replicates. The slaughter occurred after fasting of solids and liquids and the carcasses were weighed and separated for determination of yield and carcass evaluation. The linear negative effect of the diets on the commercial and true carcass weight and yield was verified, whose averages were 11.10 kg, 42.73 and 43.25%, respectively. The non-carcass constituents were not affected by the inclusion of palm meal in the diets, similarly to what happened with most morphometric variables, since there was only effect on the external length of the carcass and perimeter of the croup. Regarding the commercial cuts, only the percentage of rib was influenced (18.26%), with linear reduction as a function of the levels of palm meal. It was also observed linear effect for the relations muscle vs bone and bone vs fat and quadratic effect for percentage of muscles, in addition to the muscle index of the leg. There was a reduction in protein and ash levels of the longissimus dorsi muscle, while cholesterol levels increased with the

inclusion of palm meal in the diet. No effect of the diets on the sensorial characteristics of the meat was verified. Thus, the total replacement of maize by palm meal reduces commercial yield, but does not alter the yield of commercial cuts nor the qualitative and sensorial characteristics of goat meat.

Key words: alternative food, cactaceous, goats, nutrition

INTRODUÇÃO

A utilização de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) nos sistemas produtivos semiáridos tornou-se importante alternativa para compensar os problemas decorrentes da estacionalidade. Além de ser fundamental na preservação do solo, a palma é fonte de alimento para consumo humano e biomassa para fins energéticos, podendo ainda ser usada estrategicamente como recurso forrageiro, especialmente nos períodos de déficit de forragens tradicionais (GEBREEGZIABHER e TSEGAY, 2015).

O uso de palma como base da alimentação animal em grande parte do Semiárido nordestino, baseia-se no fato de ser uma cultura altamente adaptada às condições adversas e por ser uma fonte de energia, além de conter bons teores de carboidratos não-fibrosos digestíveis (MAHOUACHI et al., 2012; TADDESSE et al., 2015).

O uso de alimentos tradicionais, como o milho, em dietas para animais em confinamento, é comum na maioria das propriedades, porém, os preços oscilam e elevam na maior parte do ano, pois compete com o mercado para alimentação humana e de animais monogástricos (COSTA et al., 2012).

Assim, na busca por alternativas que possam substituir os alimentos concentrados tradicionais, tem se verificado em estudos (MENEZES et al., 2010; TORRES et al., 2009; AMARE et al., 2009) que a palma, pelas suas características nutricionais, notadamente energéticas, tem grande potencial como alternativa de alimento.

O uso de alimentos alternativos, no entanto, pode alterar a produção de carne e seus aspectos qualitativos, bem como conduzir a sua baixa aceitação pelos consumidores (SILVA et al., 2013). Apesar disso, pelas características nutricionais, acredita-se que o uso do farelo de palma como fonte de energia em dietas para caprinos não irá alterar a qualidade de carcaça e da carne, nem comprometer o rendimento de

carcaça ou provocar alterações das características sensoriais da carne.

Dessa forma, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o uso de farelo de palma em substituição ao milho e seus efeitos sobre as características qualiquantitativas e sensoriais da carcaça e da carne caprina.

MATERIAL E MÉTODOS

Princípios éticos da experimentação

Esta pesquisa foi conduzida em estreita conformidade com a legislação brasileira para pesquisa e experimentação com animais e foi aprovada pela Comissão de Ética sobre o uso de animais da Universidade Federal da Bahia, localizada em Salvador, Bahia.

Local de experimentação

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, localizada no município de São Gonçalo dos Campos – Bahia, a 12°25'58" de latitude sul e 38°58'01" de longitude oeste. Segundo a classificação de Köppen e Geiger, o clima é do tipo Aw, definido como tropical, com maior índice pluviométrico no verão, média anual de 1.079 mm e temperatura média de 23,2 °C.

Animais e instalações

Foram utilizados 28 cabritos mestiços Boer não-castrados, com massa corporal média de 16 kg ($\pm 2,02$ kg), distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro dietas experimentais e sete repetições.

Os animais foram acondicionados em baias individuais de metal suspensas, com piso ripado e área disponível de 1,2 m², dispostas em galpão coberto. Às baias foram acoplados bebedouros e comedouros individuais removíveis, com fácil acesso pelos animais.

Manejo alimentar

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 9:00 e às 16:00, na forma de mistura completa, em uma relação volumoso:concentrado de 50:50, permitindo-se 10 a 20 % das sobras. As quantidades das dietas fornecidas e das sobras foram registradas diariamente, para determinação do consumo.

As dietas fornecidas e as sobras foram amostradas periodicamente a cada semana, obtendo-se uma amostra composta por período, por animal, com base no peso seco. Posteriormente, as amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, moídas e acondicionadas em potes plásticos para análises posteriores.

Abate

Aos 84 dias de confinamento, os animais foram pesados, obtendo-se o peso vivo final (PVF) e, em seguida, submetidos a jejum de sólidos com dieta hídrica por 16 horas. Em seguida, foram pesados novamente, obtendo-se o peso vivo ao abate (PVA) momentos antes do abate. Todos os procedimentos de abate ocorreram no abatedouro municipal de Pintadas, Bahia, e atenderam às exigências para abate humanitário (IN-17/01/2000), tendo sido aprovados pelo comitê de ética. O abate se deu mediante concussão cerebral e secção da veia jugular externa, de acordo com os procedimentos exigidos em lei.

Rendimento de carcaça e constituintes não-carcaça

O trato gastrintestinal cheio (TGIC) foi retirado, pesado e, após a retirada de seu conteúdo, foi novamente pesado para determinação do trato gastrintestinal vazio (TGIV). O peso de corpo vazio (PCV) foi definido como o peso vivo ao abate menos o somatório do conteúdo gastrintestinal, da urina e do suco biliar: $PCV = PVA - [(TGIC - TGIV) + urina + suco biliar]$ (CÉZAR e SOUZA, 2007).

Após a retirada da cabeça e das extremidades dos membros, as carcaças foram pesadas, obtendo-se o peso de carcaça quente (PCQ), possibilitando, assim, calcular o rendimento de carcaça quente: $RCQ = (PCQ/PVA) \times 100$; o rendimento biológico: $RB = (PCQ/PCV) \times 100$ e o rendimento verdadeiro: $RV = (PCQ/PVAJ) \times 100$. Posteriormente, as carcaças foram acondicionadas em câmara frigorífica a 4 °C, onde foram mantidas por 24 horas (CÉZAR e SOUZA, 2007).

Com base no peso de carcaça fria (PCF), foram determinados a porcentagem de perda de peso por resfriamento, $PPR = PCQ - (PCF/PCQ) \times 100$ e o rendimento de carcaça fria ($RCF = PCF/PVA \times 100$) (SILVA SOBRINHO, 2001).

Após a esfolagem e evisceração, todos os componentes não-carcaça (sangue, pele, cabeça, patas, rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, baço, fígado, coração, pulmão com traqueia, pâncreas, rins com gordura perirrenal, gorduras omentais - recobre os estômagos e mesentérica - recobre os intestinos) foram separados e pesados, calculando-se suas porcentagens em relação ao PVA.

Morfometria

Avaliou-se a morfometria da carcaça com ênfase nas regiões anatômicas: pernas, garupa, lombo e escápula, bem como a espessura dos seus planos musculares e adiposos em relação ao esqueleto. Posteriormente, a carcaça foi dividida longitudinalmente com serra elétrica em meias-carcaças.

Na metade esquerda, realizaram-se as seguintes mensurações, segundo César e Souza (2007): comprimento da perna (distância entre o perônio, em sua borda mais distal, e o bordo interior da superfície articular tarsometatarsiana, pela face interna da perna); comprimento interno da carcaça (distância máxima entre o bordo anterior da sínfise ísquio-pubiana e o bordo anterior da primeira costela em seu ponto médio); comprimento externo da carcaça (distância entre a base do pescoço e a base da cauda); largura do tórax (distância máxima entre as costelas); perímetro da garupa (perímetro tomado em torno da garupa); perímetro do tórax; largura da garupa (distância máxima entre os dois trocânteres de ambos os fêmures).

No músculo *longissimus dorsi*, na altura da 12ª vértebra torácica, foram feitas mensurações para cálculo da área de olho de lombo (AOL), contornando o músculo em papel-vegetal, para determinação da AOL, por meio da fórmula: $AOL = (A/2 * B/2)\pi$, em que A mede a distância máxima do músculo no sentido médio lateral, B, a distância máxima do músculo no sentido dorso-ventral e, utilizando-se a constante π (3,1416), determinou-se a área, em m², conforme metodologia descrita por Müller (1987).

Cortes comerciais

A metade esquerda da carcaça foi subdividida em seis regiões anatômicas,

denominadas cortes comerciais. Os cortes foram acondicionados em sacos plásticos e colocados em *freezer* a -12 °C.

Os cortes comerciais avaliados foram: pescoço – separado da carcaça em sua extremidade inferior entre a 3ª e a 4ª vértebras cervicais; paleta – obtida pela secção da região axilar, dos músculos que unem a escápula e o úmero; serrote – corte feito a partir de uma linha reta, com início no vazio até a articulação escapulo-umeral; lombo – corte realizado entre a última vértebra torácica e a primeira lombar e outro entre a última lombar e a primeira sacral; perna – obtida compreendendo a região sacral, o cingulo pélvico e a perna, com secção no nível da articulação da última vértebra lombar e primeira sacral e na posição média dos ossos do tarso; e costela – corte obtido com um corte oblíquo entre a última vértebra cervical e a primeira torácica e mais dois cortes, entre a última torácica e a primeira lombar e um último corte, iniciando-se no flanco e terminando na extremidade cranial do manúbrio do esterno (SILVA SOBRINHO et al., 2008).

Todos os cortes foram pesados individualmente para determinação de suas porcentagens em relação ao peso reconstituído da meia-carcaça esquerda.

Índice de musculosidade, conformação, acabamento e marmoreio

Anteriormente à dissecação, os pernis foram descongelados por 24 horas em geladeira e, em seguida, preparados para a dissecação pela retirada de tecidos extras, gorduras e tecidos moles presentes na região pélvica. Procedida a toailete, os pernis foram pesados e dissecados determinando-se as proporções de músculos, ossos, gorduras (subcutânea e intermuscular), outros tecidos e a relação músculo:gordura.

Determinaram-se, por meio de pesagem individual, os pesos dos músculos que recobrem o fêmur (*bíceps femoris*, *semitendinosus*, *adductor*, *semimembranosus* e *quadríceps femoris*) e, de modo conjunto, o peso dos outros músculos, obtendo-se composição do peso total de músculos nas pernas.

Para cálculo do índice de musculosidade da perna (IMP), utilizou-se a equação proposta por Purchas et al. (1991): $IMP = [(PM5/CF)/CF]$, em que PM5 equivale ao somatório do peso, em gramas, dos cinco músculos que recobrem o fêmur; e CF é o comprimento do fêmur, em centímetros, mensurado com auxílio de fita métrica.

Após o período de resfriamento, foram determinadas as características

qualitativas das carcaças em ambiente refrigerado, por meio de avaliações da conformação e do acabamento da carcaça. Avaliaram-se a conformação, com ênfase nas regiões anatômicas (perna, garupa, lombo, paleta e seus planos musculares), e o acabamento, com ênfase na espessura e distribuição dos planos adiposos em relação ao esqueleto, de acordo com as categorias e os escores demonstrados por Cezar e Sousa (2007). Ainda com a carcaça suspensa, foi determinada a quantidade de gordura pélvico-renal, de acordo com metodologia descrita por Cezar e Sousa (2007).

As carcaças foram classificadas quanto à conformação (CEZAR e SOUSA, 2007) em: 1 (ruim), 2 (razoável), 3 (boa), 4 (muito boa) ou 5 (excelente) e para acabamento em 1 (muito magra), 2 (magra), 3 (média), 4 (gorda) ou 5 (muito gorda).

Na meia-carcaça esquerda, realizou-se um corte transversal entre a 12ª e 13ª costelas, expondo-se a secção transversal do músculo *longissimus dorsi*, onde se avaliou visualmente a marmorização.

O marmoreio representa a quantidade de gordura intramuscular e é considerado uma característica intimamente relacionada às características sensoriais da carne, em especial à maciez, possíveis de serem percebidas e apreciadas pelo consumidor (COSTA et al., 2012). É classificada em escala de pontuação de 1 a 5 (inexistente, pouco, médio, muito e excessivo respectivamente) de acordo com metodologia de Müller (1987).

Características físico-químicas e composição centesimal

Da meia-carcaça esquerda, retirou-se o lombo, que foi identificado, acondicionado em sacos plásticos e armazenado em *freezer* a -18 °C para as análises físico-químicas.

Para determinação da cor, utilizou-se método do colorímetro (Minolta CR-10), empregando-se o sistema CIELAB, determinando-se os parâmetros: L* - luminosidade (L* 0 = preto; 100 = branco); a* - índice de vermelho; e b* - índice de amarelo (MILTENBURG et al., 1992); as perdas por cocção (PPC); a força de cisalhamento (FCS), seguindo a metodologia de Purchas e Aungsupakorn (1993); e o pH, que constitui uma boa medida para avaliar a qualidade da carne como produto final desse processo. O pH foi mensurado com potenciômetro digital com extremidade do tipo espeto (pHmetro – Testo® 205).

Para as perdas por cocção, foram retiradas três porções do músculo (3,0 × 4,0 × 2,5 cm), que foram pesadas em balança digital (0,1 mg de precisão) e assadas em forno pré-aquecido a 170 °C até que a temperatura no centro geométrico da carne atingisse 71 °C. Em seguida, as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente e novamente pesadas. As perdas durante a cocção foram expressas em porcentagem (FELÍCIO, 1999).

Essas mesmas amostras foram utilizadas para a análise de FCS, das quais foram retirados três cilindros por porção de carne cozida, no sentido das fibras, (totalizando nove cilindros), com auxílio de um vazador de 1,27 cm de diâmetro. A FCS foi registrada em texturômetro TA-XT2 (Stable Micro System Surrey, Godalming, England), de acordo com a metodologia de Purchas & Aungsupakorn (1983).

Para determinação da composição centesimal, as amostras foram homogeneizadas em multiprocessador. A proteína bruta (PB) foi quantificada pelo método de Kjeldahl, os lipídios totais foram extraídos pelo método de Soxhlet, a umidade em estufa a 105 °C até a obtenção de peso constante, e as cinzas em murfla a 550 °C (AOAC, 2000). Os lipídios totais foram dosados de acordo com Folch et al. (1957). A extração e a quantificação de colesterol foram feitas segundo o método descrito por Al-Hasani et al., 1993.

Avaliação Sensorial da carne

As avaliações sensoriais foram realizadas como descrito por Pinheiro (2008), entre 9:00 e 10:00. Porções de 200 g de carne do pernil foram cortadas em cubos de 1 cm², cozidas em forno pré-aquecido a 200 °C até a temperatura interna de 75 °C.

Quatro cubos aleatórios foram transferidos para um béquer pré-aquecido e codificado, cobertos, assegurando perda mínima dos voláteis e do aroma. O béquer com as amostras foi mantido em banho-maria a 65 °C, objetivando-se manter a temperatura das amostras na faixa de 65-70 °C. Uma equipe de 80 provadores não treinados, que passam diariamente pelo departamento, foi convidada para fazer a avaliação.

As amostras foram avaliadas quanto ao sabor, ao aroma, à maciez, à suculência e à aceitação por meio de uma escala hedônica de nove pontos, em que 1 referiu-se à condição menos favorável e 9 à mais favorável. Os provadores receberam quatro amostras correspondentes a carnes dos animais das diferentes dietas.

As amostras foram colocadas em pratos, juntamente com biscoito e água, sem identificação dos tratamentos, os quais foram codificados com etiquetas contendo três dígitos. Entre cada degustação, era feita a ingestão de água e parte do biscoito, com a finalidade de não mascarar a avaliação subsequente.

Considerando a elevada dimensão dos dados, que dificulta a interpretação e visualização de suas estruturas, usualmente procede-se à análise de componentes principais (ACP), que é uma técnica de análise multivariada, que consiste em transformar um conjunto original de variáveis em outro conjunto, os componentes principais, de dimensões equivalentes, porém com propriedades importantes.

Cada componente principal constitui uma combinação linear de todas as variáveis originais, independentes entre si e estimadas com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação em termos de variação total contida nos dados iniciais.

Análises estatísticas

Os efeitos do farelo de palma sobre o rendimento, as características morfométricas da carcaça, os cortes comerciais e o índice de musculosidade dos pernis foram analisados estatisticamente por meio de análises de variância e modelos de regressão, considerando 5% de probabilidade de erro tipo I, aplicando-se os procedimentos no Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 2001).

O peso corporal inicial dos animais foi usado como covariável para as variáveis de quantitativas da carcaça. As variáveis foram testadas quanto à normalidade pelo teste Shapiro-Wilk e aquelas que não seguiram distribuição normal foram submetidas ao teste de Kruskal-Wallis.

Os valores das notas obtidas na análise sensorial constituíram um conjunto de dados multivariados que foram dispostos em uma matriz (320 x 4) e interpretados utilizando-se Análise por Componentes Principais, por meio do programa estatístico ASSISTAT (versão 7.7).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pesos de carcaça quente (PCQ) e de carcaça fria (PCF), os rendimentos comerciais (RC) e verdadeiro (RV) e a área de olho de lombo (AOL) reduziram de forma linear ($P < 0,05$) conforme aumentaram os níveis de farelo de palma nas dietas. Para as demais variáveis, não foi observado efeito ($P > 0,05$) das dietas.

Considerando que todos os animais foram mantidos em jejum de sólidos por 16 horas e abatidos com aproximadamente 22 kg de peso corporal (PC), pode-se constatar que, em todas as dietas experimentais, o esvaziamento do trato gastrointestinal (TGI) ocorreu na mesma velocidade, antes da mensuração do PVA.

Tabela 1 - Rendimento da carcaça de cabritos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Item | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P* | |
|--|------------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| Peso vivo ao abate (kg) | 27,17 | 27,26 | 26,00 | 23,49 | 25,98 | 0,94 | 0,3087 | 0,6450 |
| Peso de corpo vazio (kg) | 22,89 | 23,17 | 20,11 | 19,03 | 21,30 | 0,84 | 0,2679 | 0,5487 |
| Peso de carcaça quente (kg) | 12,22 | 12,78 | 10,11 | 9,44 | 11,10 | 0,53 | 0,0192 | 0,5481 |
| Peso de carcaça fria (kg) | 12,02 | 12,65 | 10,04 | 9,31 | 11,00 | 0,53 | 0,0216 | 0,5059 |
| Perda por resfriamento (%) | 1,38 | 1,07 | 0,98 | 1,42 | 1,21 | 0,34 | 0,7498 | 0,6687 |
| Rendimento biológico (%) | 52,77 | 53,81 | 52,05 | 49,42 | 52,01 | 1,65 | 0,0655 | 0,8364 |
| Rendimento comercial (%) | 44,44 | 45,98 | 41,50 | 39,00 | 42,73 | 0,96 | 0,0482 | 0,3452 |
| Rendimento verdadeiro (%) | 44,86 | 46,50 | 42,05 | 39,56 | 43,25 | 1,00 | 0,0348 | 0,3201 |
| Área de olho de lombo | 11,04 | 9,90 | 8,76 | 7,58 | 9,32 | 0,56 | 0,0206 | 0,4696 |
| Equações de regressão significativas ao nível de 5%. | | | | | | | | |
| Peso de carcaça quente (kg) | $\hat{Y} = 12,78 - 0,033x$ | | | | | | $(R^2 = 0,78)$ | |
| Peso de carcaça fria (kg) | $\hat{Y} = 12,61 - 0,032x$ | | | | | | $(R^2 = 0,77)$ | |
| Rendimento comercial (%) | $\hat{Y} = 4564 - 0,058x$ | | | | | | $(R^2 = 0,73)$ | |
| Rendimento verdadeiro (%) | $\hat{Y} = 46,29 - 0,061x$ | | | | | | $(R^2 = 0,74)$ | |
| Área de olho de lombo | $\hat{Y} = 11,041 - 0,0346x$ | | | | | | $(R^2 = 0,98)$ | |

*Probabilidade Significativa ao nível de 5%; ¹ Erro-padrão da média; ² Probabilidade para efeito linear; ³ Probabilidade para efeito quadrático.

O peso de corpo vazio (PCV) apresentou valores semelhantes ($P > 0,05$), mas, na realidade, o PCF é apontado como índice mais importante, pois é de fato o que irá refletir no rendimento comercial (RC).

Trata-se de uma variável de extrema importância na avaliação do real valor da carcaça, já que, com a sua utilização, pode-se avaliar o quanto realmente será comercializado. As médias de rendimento de carcaça variaram de 39,00 a 44,4% entre

as dietas e estão abaixo do que observaram Turner et al. (2014), entre 48,8 a 53,8%, porém, mantiveram-se na faixa de variação normal para caprinos, que, segundo Dhanda et al. (2003) e Sheridan et al. (2003), é de 35 a 60%.

A área de olho de lombo reduziu linearmente com a elevação dos níveis de farelo de palma, acompanhando o rendimento de carcaça, que teve efeito linear de redução, já que a AOL é um indicador de musculosidade e, conseqüentemente, também do comprimento externo, que certamente interferiu na dimensão do lombo. Esse resultado se deve ainda à variação no peso da carcaça, como também relataram Shahjalal et al. (1992), que observaram maior deposição de tecido muscular na região da garupa (BROWNING et al., 2012). À medida que o animal cresce, ficam mais evidentes as mudanças em suas medidas corporais, e aqueles com aptidão para corte tendem a maior desenvolvimento muscular no posterior (ARAÚJO FILHO et al., 2007).

Com 9,32 cm², a área de olho de lombo observada neste estudo está entre o intervalo relatado por alguns autores (GRANDE et al., 2003; SILVA SOBRINHO et al., 2008; CARTAXO et al., 2014), que verificaram valores entre 5,40 e 14,50 cm².

Os constituintes não-carcaça não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de farelo de palma na dieta (Tabela 2).

Tabela 2 – Constituintes não carcaça de cabritos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Item | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor de P | |
|---------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| Peso vivo ao abate | 22,40 | 24,03 | 20,68 | 20,45 | 21,87 | 0,941 | 0,3087 | 0,6450 |
| Peso de corpo vazio | 15,52 | 16,99 | 14,22 | 13,56 | 15,07 | 0,840 | 0,2679 | 0,5487 |
| Sangue | 0,87 | 0,82 | 0,77 | 0,72 | 0,79 | 0,031 | 0,1084 | 0,9628 |
| Pele | 2,18 | 2,04 | 1,90 | 1,77 | 1,97 | 0,080 | 0,0773 | 0,2233 |
| Patás | 0,75 | 0,81 | 0,75 | 0,75 | 0,76 | 0,024 | 0,8152 | 0,6021 |
| Cabeça | 1,59 | 1,78 | 1,59 | 1,51 | 1,61 | 0,055 | 0,5790 | 0,2292 |
| Coração | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,080 | 0,003 | 0,6263 | 0,8988 |
| Ap. respiratório | 0,51 | 0,50 | 0,49 | 0,52 | 0,50 | 0,018 | 0,9794 | 0,6940 |
| Ap. reprodutivo | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,0029 | 0,1998 | 0,8942 |
| Baço | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,001 | 0,2245 | 0,1301 |
| Fígado | 0,31 | 0,40 | 0,30 | 0,50 | 0,38 | 0,069 | 0,2079 | 0,5040 |
| Vesícula | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,003 | 0,6020 | 0,7024 |
| TGI cheio | 6,8 | 6,9 | 6,4 | 6,8 | 6,72 | 0,251 | 0,8440 | 0,7846 |
| TGI vazio | 2,3 | 2,7 | 2,1 | 2,0 | 2,3 | 0,100 | 0,0838 | 0,2938 |
| Bexiga cheia | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,004 | 0,0798 | 0,5210 |

Bexiga vazia 0,04 0,04 0,04 0,04 0,04 0,002 0,0756 0,9851

*Probabilidade significativa ao nível de 5%; ¹ Erro-Padrão da média; ² Probabilidade para efeito linear; ³ Probabilidade para efeito quadrático; TGI = Trato gastro intestinal.

O fato de o farelo de palma apresentar potencial energético semelhante ao do milho propiciou condições para bom desenvolvimento dos constituintes da carcaça (ATTI et al., 2006), contribuindo para o rendimento real, similar ao efeito causado pelo milho, comprovando assim potencial para ser utilizado como concentrado energético.

Aproximadamente 15% do PCV em caprinos corresponde às vísceras que são usadas para consumo humano (MONTE et al., 2007). Neste estudo, esse percentual foi de 14,59% e, somado aos 30,71% do TGI, corresponde a 45,30% de órgãos tradicionalmente destinados ao consumo humano.

Destaca-se ainda o componente pele, que correspondeu a 8,99% do PVA dos cabritos, e cuja importância está pautada no fato de, depois dos constituintes comestíveis, é o componente de maior valor comercial, com mercado específico, e por isso é levado em consideração nos cálculos de rendimento na hora da comercialização (SOUZA et al., 2010).

O peso da meia-carcaça reconstituída foi influenciado de forma linear pelos níveis de substituição ($P < 0,05$). Entretanto, os rendimentos dos cortes comerciais, em relação a este, não foram afetados ($P > 0,05$) pelos níveis de farelo de palma nas dietas, com exceção do rendimento de costela, que sofreu efeito quadrático e melhor resposta no nível estimado de 33,28% de farelo de palma em substituição ao milho (Tabela 3).

Tabela 3 – Rendimento dos cortes comerciais, em relação ao peso da meia-carcaça reconstituída, de caprinos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Item | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P* | |
|----------|---------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| MCR (kg) | 5,80 | 5,90 | 4,94 | 4,56 | 5,30 | 0,24 | 0,0285 | 0,6024 |
| | Rendimento (%) | | | | | | | |
| Perna | 33,02 | 32,15 | 32,80 | 32,87 | 32,71 | 0,31 | 0,9713 | 0,5116 |
| Lombo | 11,45 | 9,34 | 10,52 | 10,15 | 10,38 | 0,44 | 0,5020 | 0,6709 |
| Paleta | 25,11 | 25,15 | 24,90 | 26,20 | 25,36 | 0,23 | 0,1364 | 0,1622 |
| Pescoço | 12,05 | 13,34 | 14,57 | 13,31 | 13,32 | 0,36 | 0,1041 | 0,0671 |
| Costela | 18,37 | 20,02 | 17,21 | 17,47 | 18,26 | 0,39 | 0,0456 | 0,0268 |

Equações de regressão significativas ao nível de 5%.

| | | |
|----------|---|-------------------------|
| MCR (kg) | $\hat{Y} = 5,9916 - 0,0140x$ | (R ² = 0,90) |
| Costela | $\hat{Y} = 19,726 - 0,003x^2 + 0,0041x$ | (R ² = 0,88) |

*Probabilidade significativa ao nível de 5%;¹ Erro-padrão da média; ² Probabilidade para efeito linear;

³ Probabilidade para efeito quadrático; MCR = meia-carça reconstituída.

De acordo com Mattos et al. (2006), a explicação para o aumento na porcentagem de costela está no fato de ser uma região em que a gordura se acumula em maior velocidade, o que faz aumentar o seu peso à medida que o animal cresce e/ou consome mais energia.

Os demais cortes, pernil, lombo, paleta e pescoço, não foram influenciados (P>0,05) pelos níveis de farelo de palma nas dietas, fato que pode ser atribuído à semelhança de peso ao abate entre os animais nas diferentes dietas.

Esses resultados reforçam a teoria da lei da harmonia anatômica (OSÓRIO et al., 2002), de que, em carcaças com pesos e quantidades de gordura similares, quase todas as regiões corporais encontram-se em proporções semelhantes, qualquer que seja a conformação do genótipo considerado e o tipo de dieta adotada.

O corte maior porcentagem em relação ao peso da meia-carça foi a perna, 32,71%, resultado importante, pois esse corte comercial é o mais apreciado pelos consumidores e é importante também para reconstituição muscular da carça (CESAR e SOUSA, 2007), pois apresenta altos índices de correlação quanto às suas proporções de músculo, osso e gordura em relação à carça inteira (CESAR e SOUSA, 2010). A perna, juntamente com o lombo, também considerado um corte de primeira, somaram 43,07%, uma boa média para caprinos, segundo Atay et al. (2011).

O rendimento do lombo (10,36%) foi superior ao obtido por Selaive-Villaruel et al. (2004) e Silva (2014) em caprinos mestiços Bôer (8,49) e animais da raça Saanen (5,91 a 9,30%), respectivamente. O rendimento de pescoço, que é um corte de terceira, de 13,0%.

A partir desses resultados, pode-se atribuir adequado valor comercial às carças, pois, de acordo com Cesar e Souza (2010), a proporção dos cortes na carça é um importante fator na determinação do seu valor comercial. Assim, quanto maior a proporção de cortes de primeira, e menor dos cortes de terceira, melhor será esse valor.

Valores semelhantes aos encontrados neste estudo para rendimento de perna e lombo foram reportados por Souza (2012) em pesquisa com caprinos de diferentes

raças, entre elas, Boer, em diferentes sistemas de alimentação. Esse autor observou valores de 29,93 e 16,1% para perna e lombo, respectivamente, e atribuíram as diferenças apenas aos grupos raciais.

Tabela 4 – Índice de musculosidade e relação dos tecidos muscular, adiposo e ósseo de cabritos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Itens | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P* | |
|-----------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| Músculo:osso (g/g) | 3,95 | 3,54 | 3,10 | 3,28 | 3,46 | 0,11 | 0,0082 | 0,1263 |
| Músculo:gordura (g/g) | 9,61 | 8,35 | 9,10 | 10,38 | 9,36 | 0,46 | 0,5192 | 0,1861 |
| Osso:gordura (g/g) | 2,42 | 2,45 | 2,95 | 3,27 | 2,77 | 0,16 | 0,0357 | 0,6513 |
| Músculo (%) | 79,51 | 70,40 | 69,20 | 69,84 | 72,23 | 0,94 | 0,0001 | 0,0001 |
| Gordura (%) | 8,64 | 8,98 | 8,00 | 6,97 | 8,14 | 0,36 | 0,0607 | 0,6686 |
| Osso (%) | 20,30 | 20,31 | 20,48 | 20,39 | 20,37 | 0,42 | 0,1532 | 0,5149 |
| Outros tecidos (%) | 1,64 | 1,62 | 1,65 | 2,38 | 1,82 | 0,15 | 0,0967 | 0,2183 |
| IMP | 0,34 | 0,37 | 0,34 | 0,32 | 0,34 | 0,01 | 0,1384 | 0,0001 |

Equações de regressão significativas ao nível de 5%.

| | | |
|--------------|---|-------------------------|
| Músculo:osso | $\hat{Y} = 3,8319 - 0,0073x$ | (R ² = 0,73) |
| Osso:gordura | $\hat{Y} = 2,3165 + 0,0092x$ | (R ² = 0,92) |
| Músculo | $\hat{Y} = 79,116 + 0,0022x^2 - 0,3108x$ | (R ² = 0,97) |
| IMP | $\hat{Y} = 0,3436 - 0,00001x^2 + 0,0008x$ | (R ² = 0,80) |

*Probabilidade significativa ao nível de 5%; ¹ Erro-padrão da média; ² Probabilidade para efeito linear; ³ Probabilidade para efeito quadrático; IMP = índice de musculosidade da perna.

Houve efeito (P<0,05) da substituição do milho pelo farelo de palma na dieta sobre a relação músculo:osso (M:O) e o rendimento do músculo, que reduziram de forma linear e quadrática, e sobre a relação osso:gordura (O:G) e o índice de musculosidade (IMP), que aumentaram de forma linear e quadrática, respectivamente. Para a relação músculo:gordura (M:G), o rendimentos de gordura, as porcentagens de osso e de outros tecidos, não houve efeito (P>0,05) das dietas.

O conhecimento da composição tecidual dos cortes e o melhor aproveitamento da carne de caprinos são de grande importância, pois permitem melhorar os aspectos qualitativos dos produtos e facilitar sua comercialização e aceitação, uma vez que o mercado consumidor ainda tem pouca aceitação da carne dessa espécie.

Para serem classificadas como de boa qualidade, as carcaças devem apresentar maior proporção de músculos, baixa proporção de ossos e teor de gordura intramuscular

adequado, já que o teor de gordura intramuscular garante características importantes, como suculência e sabor da carne, além de um mínimo de gordura de cobertura (RODRIGUES, 2009). Neste estudo, as relações músculo:osso e músculo:gordura atenderam ao preconizado por Rodrigues (2009).

De acordo com Freitas et al. (2011), não se têm resultados que atestem a influência da alimentação no IMP, sendo o grupo racial o principal fator apontado. Quando o grupo racial não se manifesta como fator determinante, como neste estudo, algum fator inerente ao animal pode ser responsável, por exemplo, a proporção de músculo em relação aos demais componentes (osso, gordura e outros tecidos), como afirmaram também Grande et al. (2003).

Por isso, pesquisas para avaliação dessas características em animais jovens e adultos e investigação das melhores maneiras de aproveitamento são fundamentais, visto que são escassos os estudos para avaliação da composição tecidual dos cortes que poderiam contribuir para a comercialização das carcaças e na obtenção de diferentes produtos, proporcionando ao consumidor mais opções de compra, além de agregar valor aos animais de descarte para os produtores.

Apesar da redução observada no rendimento de músculo, nos animais alimentados com as dietas contendo os maiores níveis de farelo de palma, os valores registrados corroboram os encontrados na literatura, e até superam alguns, como os de Silva et al. (2014), que, em pesquisa com caprinos, observaram rendimento de 67%, bem como Daskiran et al. (2010), que verificaram valores de 65,4% para essa variável, o que indica que, mesmo com as reduções pontuais, o rendimento foi satisfatório (72,29%).

Ao final, o IMP aumentou ($P < 0,05$) à medida que se elevou o nível de farelo de palma na dieta, atingindo valor máximo no nível de 40% de substituição. De acordo com Silva Sobrinho (2001), maior IMP implica maior deposição muscular, sugerindo maiores rendimentos. Neste estudo, o comportamento verificado na oscilação do rendimento do músculo observado entre as dietas acompanhou a variação do IMP, confirmando essa afirmação do autor.

Não foi verificado efeito ($P > 0,05$) dos níveis de farelo de palma nas características subjetivas de conformação, acabamento e marmoreio (Tabela 5).

A conformação é o parâmetro que melhor prediz a quantidade da porção comestível da carcaça e, de acordo com a classificação adotada nesta avaliação subjetiva, variou entre razoável (2) e boa (3), classificada como razoável, ou seja, média de conformação de 2,11.

Tabela 5 - Conformação, acabamento, marmoreio em carcaças de cabritos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Item | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P* | |
|--------------------------|---------------------|------|------|------|-------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| Conformação ^A | 2,21 | 2,28 | 2,00 | 1,92 | 2,10 | 0,0802 | 0,1309 | 0,6721 |
| Acabamento ^A | 2,21 | 2,42 | 2,14 | 2,07 | 2,21 | 0,0789 | 0,3246 | 0,6245 |
| Marmoreio ^A | 2,00 | 2,41 | 2,00 | 2,00 | 2,10 | 0,1035 | 0,6132 | 0,0556 |

*Probabilidade significativa ao nível de 5%; ¹ Erro-padrão da média; ² Probabilidade para efeito linear; ³ Probabilidade para efeito quadrático. ^A Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Na classificação, o grau de acabamento apresentou média de 2,21, permitindo classificar as carcaças entre as categorias magra (2) e média (3), ou seja, com gordura de cobertura escassa a média. Na avaliação subjetiva feita neste trabalho, a carne foi classificada em escala intermediária, uma vez que o escore foi de 1 a 5. Sabe-se que, quanto maior o escore, ou seja, quanto maior a quantidade e mais bem distribuída a gordura de cobertura, entre e dentro dos fascículos, mais macia será a carne.

Redução (P<0,05) linear nos teores de cinza e proteína e aumento linear no teor de colesterol na carne de cabritos foram observados com o aumento dos níveis de farelo de palma nas dietas. Os teores de umidade e lipídeos não foram influenciados (P>0,05) pelas dietas (Tabela 6).

Tabela 6 - Composição centesimal da carne de cabritos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho.

| Item | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P* | |
|-----------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| Composição centesimal | | | | | | | | |
| Umidade (%) | 73,95 | 76,19 | 76,68 | 76,72 | 75,88 | 0,44 | 0,1287 | 0,6670 |
| Cinzas (%) | 1,06 | 1,07 | 0,91 | 0,95 | 0,99 | 0,02 | 0,0003 | 0,7939 |
| Proteína (%) | 21,71 | 19,50 | 19,14 | 19,16 | 19,87 | 0,21 | 0,0007 | 0,0517 |
| Lipídeos (%) | 3,28 | 3,24 | 3,27 | 3,17 | 3,24 | 0,15 | 0,2530 | 0,6308 |
| Colesterol (mg/100g) | 50,85 | 62,26 | 69,87 | 67,42 | 62,60 | 2,60 | 0,0102 | 0,1436 |

Equações de regressão significativas a nível de 5%

Cinzas (%) $\hat{Y} = 1,0705 - 0,0015x$ (R² = 0,72)

| | | |
|----------------------|------------------------------|-------------------------|
| Proteína (%) | $\hat{Y} = 21,07 - 0,024x$ | (R ² = 0,71) |
| Colesterol (mg/100g) | $\hat{Y} = 54,071 + 0,1714x$ | (R ² = 0,77) |

¹ Erro-padrão da média; ² Probabilidade significativa ao nível de 5%; ³ Probabilidade para efeito linear; ⁴ Probabilidade para efeito quadrático.

Os teores de umidade e lipídeos apresentaram médias de 74,03 e 3,54% respectivamente, e as variáveis que foram influenciadas pelos níveis de farelo de palma nas dietas foram os teores de cinzas (0,99%), proteína (20,27%) e colesterol (62,60 mg/kg).

Os valores de umidade e lipídeos foram próximos àqueles descritos por Besserra et al. (2001) e Silva (2013), que registraram, respectivamente, valores variando de 70,80 a 80,25% para umidade e de 2,81 a 3,21% para lipídeos. Esses valores estão bem próximos aos de Madruga et al. (2004), que verificaram umidade variando entre 71,03 e 75,13% e valores de 0,98 a 1,09% para cinzas.

Os teores de cinzas neste trabalho variaram entre 0,91 e 1,07. Segundo Gaili et al. (1985), esse componente está associado à idade, pois animais mais jovens apresentam na composição de seus músculos maior concentração de cinzas (SILVA et al., 2011). Valor muito próximo à média deste estudo (0,99) foi reportado por Madruga et al. (2008), que, estudando a mesma raça, encontraram resultados de aproximadamente 1% e afirmaram que independentemente da raça, os animais mais jovens (175 dias) apresentaram 0,99% de cinzas os de 265 dias, 0,88%.

O conteúdo de PB variou de 19,50 a 21,71. De modo geral, os teores de PB da carne caprina, de acordo com alguns autores, variam de 19% a 22%, independentemente do corte comercial. Essa observação foi feita por Madruga et al. (2005), corroborando os resultados encontrados por Besserra et al. (2001) e Madruga et al. (2003). Contudo, Amaral et al. (2007), no entanto encontraram valores de 16,5% de proteína em caprinos Saanen abatidos aos 30 dias de idade e afirmaram que o teor proteico aumenta com a idade dos animais.

O intervalo de 50,85 a 69,87 mg/100 g de colesterol, verificado neste estudo estão acima daqueles encontrados por Besserra et al. (2004), que registraram 36 a 47 mg/100 g de colesterol, porém, situados dentro de valores normais para caprinos jovens não-castrados, que pode ter uma ampla variação (21,50 a 71,50 mg/100g de Colesterol). Valor semelhante ao encontrado neste trabalho foi registrado por Besserra et al. (2004) em um trabalho no qual caprinos não-castrados foram abatidos aos 10 a 11 meses, cuja

média foi de 62,50 mg/100g de Colesterol. Esses valores de colesterol encontrados podem ser considerados moderados, ou seja, <90 mg/100 g (PRATIWI et al., 2006), e não oferecem, portanto, nenhuma limitação para o consumo.

Níveis adequados de gordura na carcaça contribuem positivamente para diminuir a perda de líquidos e evitar o encurtamento das fibras musculares e o escurecimento da carne durante o processo de resfriamento.

Essa variação na concentração de colesterol pode estar relacionada à metodologia utilizada na determinação, ao tipo de músculo analisado e aos fatores idade de abate e castração, justificando algumas discrepâncias em relação a resultados registrados em trabalhos semelhantes.

A cor, por sua vez, é uma característica que o consumidor pode apreciar no momento da compra e determina indiretamente o tempo de prateleira, constituindo o critério básico para escolha, a não ser que outros fatores, como o odor, sejam marcadamente relevantes (PINHEIRO et al., 2009).

Neste trabalho, não foi verificado efeito ($P > 0,05$) dos níveis de farelo de palma nas dietas na coloração da carne (Tabela 7).

Tabela 7 - Características físico-químicas da carne de cabritos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Item | Farelo de palma (%) | | | | Média | EPM ¹ | Valor-P* | |
|---------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| Características físico-químicas | | | | | | | | |
| CorL* | 37,65 | 38,32 | 38,11 | 39,34 | 38,35 | 0,5355 | 0,6619 | 0,7940 |
| CorA* | 19,39 | 19,30 | 19,48 | 19,10 | 19,31 | 0,3277 | 0,0573 | 0,5698 |
| CorB* | 6,02 | 6,11 | 6,55 | 6,19 | 6,21 | 0,3278 | 0,0636 | 0,7217 |
| FCS (kgf/cm ²) | 1,97 | 1,80 | 1,59 | 1,69 | 1,76 | 0,0898 | 0,2037 | 0,5230 |
| pH | 6,46 | 6,55 | 6,61 | 6,52 | 26,14 | 0,0631 | 0,6732 | 0,5334 |
| PPC % | 26,12 | 25,29 | 25,43 | 28,38 | 26,41 | 1,3598 | 0,5999 | 0,5161 |

¹ Erro-padrão da média; *Probabilidade significativa ao nível de 5%; ³ Probabilidade para efeito linear; ⁴ Probabilidade para efeito quadrático; L* = luminosidade; A* = intensidade de vermelho; B* = intensidade de amarelo; FC = força de cisalhamento; PPC% = perda de peso por cocção.

O fator que mais influência na coloração da carne é a idade do animal. Neste estudo, a ausência de efeito das dietas sobre esses parâmetros se justifica pelo fato de os animais submetidos às dietas experimentais serem jovens e com idades muito próximas. Além disso, há poucas evidências de possível efeito do farelo de palma sobre a cor da

carne (ATTI et al., 2006; ARGÜELLO et al., 2005).

A cor tem importante influência sobre a qualidade sensorial da carne e destaca-se como principal fator de apreciação durante a compra. A mioglobina é a proteína envolvida nos processos de oxigenação do músculo e constitui-se no principal pigmento responsável pela cor da carne.

Segundo Madruga et al. (2008), a média de pH da carne de caprinos é de 6 a 6,7. Neste estudo, os mesmos valores foram encontrados, com média de 6,4, corroborando ainda os de Bessera et al. (2001) e Madruga et al. (2005), que encontraram valores de 5,97 a 6,32 e de 5,96 a 6,43, respectivamente, o que indica que os animais não estavam sob estresse (KADIM et al., 2006).

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de farelo palma nas dietas sobre a perda por cocção e a força de cisalhamento, cujos valores foram de 23,37% a 29,36% e de 1,97 a 78 kgf/cm², respectivamente.

A carne caprina pode eventualmente apresentar características sensoriais indesejáveis, como sabor e aroma mais intensos que aqueles característicos da espécie. Esse fato tem sido associado a diversos fatores, como alimentação, condição fisiológica, castração e estresse pré-abate (DIAS et al., 2008).

Em torno de 39,47% dos provadores não treinados atribuíram preferência à carne dos animais da dieta sem farelo de palma, para os quais foi atribuída nota de 7,16, dando destaque a essa dieta experimental, embora não se tenha constatado efeito da substituição do milho pelo farelo de palma.

A substituição do milho por farelo de palma não influenciou ($P>0,05$) as características sensoriais da carne (Tabela 8). O aroma variou de 6,82 a 7,16; o sabor, de 6,74 a 7,02; a maciez, de 7,5 a 7,68; a suculência, de 7,0 a 7,22; e a aceitação, de 6,84 a 7,16.

Tabela 8 - Características sensoriais da carne de caprinos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

| Itens | Farelo de palma (%) | | | | Médias | EPM ¹ | Valor-P* | |
|-------------------------|---------------------|------|------|------|--------|------------------|----------------|----------------|
| | 0 | 33 | 66 | 100 | | | L ² | Q ³ |
| Aroma ^A | 7,14 | 7,16 | 7,06 | 6,82 | 7,04 | 0,2091 | 0,1547 | 0,6524 |
| Sabor ^A | 6,96 | 7,02 | 6,98 | 6,74 | 6,92 | 0,1804 | 0,2356 | 0,3558 |
| Maciez ^A | 7,5 | 7,6 | 7,68 | 7,56 | 7,58 | 0,1989 | 0,0691 | 0,6386 |
| Suculência ^A | 7,22 | 7,12 | 7,12 | 7,0 | 7,11 | 0,2315 | 0,4351 | 0,3514 |
| Aceitação ^A | 7,16 | 7,1 | 6,96 | 6,84 | 7,01 | 0,2020 | 0,3668 | 0,0871 |

* Probabilidade significativa ao nível de 5%; ¹ Erro-padrão da média; ² Probabilidade para efeito linear; ³ Probabilidade para efeito quadrático; ^A Teste paramétrico de Kruskal-Wallis.

Atti et al. (2006) notaram os efeitos da palma forrageira sobre a ingestão e digestibilidade de caprinos, mas relataram, no entanto, falta de evidências da influência desse alimento sobre os produtos oriundos dos animais, em especial sobre a qualidade da carne.

A ausência de efeito ($P > 0,05$) do farelo de palma na maciez da carne pode ser considerado um resultado positivo, visto que essa é uma característica que representa o principal quesito de avaliação ou apreciação da carne após a aquisição.

O peso ao abate pode ter contribuído para a manutenção dessa variável, já que, quando há grande variação no peso corporal dos animais, percebe-se diminuição na maciez da carne (DHANDA et al., 2003). Por se tratar de uma característica de qualidade, carnes mais macias apresentam maior valor comercial (PINHEIRO et al., 2009).

Segundo Madruga (1997), o aroma e o sabor característicos da carne estão diretamente relacionados ao teor de gordura presente no músculo, dessa maneira, como não houve variação ($P > 0,05$) nos teores de lipídeos, este fato pode explicar os resultados de aroma e sabor da carne ($P > 0,05$) em função dos níveis do farelo de palma.

Adicionalmente, avaliação das características sensoriais da carne depende de fatores como nível de conhecimento do julgador, método de cozimento, forma de preparação das amostras e tipo de músculo utilizado. A idade e o tipo de alimentação também são fatores que influenciam na qualidade sensorial da carne (BONACLINA et al., 2011; FERRÃO et al., 2009).

Diante da complexidade que pode existir, pelo número de variáveis observadas, pode-se utilizar técnicas estatísticas de análise multivariada para se avaliar simultaneamente esse conjunto de dados. Escolhe-se o método de acordo com os objetivos da pesquisa, já que a análise multivariada é exploratória de sintetização de dados, gerando hipóteses, e não confirmações, a respeito dos dados (HAIR et al., 2005).

Assim, para buscar a discriminação da adição do farelo de palma no perfil sensorial da carne de cabritos, foi realizada a análise por componentes principais (ACP). Na Tabela 09 e na Figura 1, estão apresentadas as estimativas dos autovalores e os escores da ACP, respectivamente, associados às variáveis sensoriais estudadas para

amostras de carne de caprinos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho.

Tabela 9 – Componentes principais, autovalores e porcentagem de variância associados às variáveis sensoriais de amostras de carne de caprinos alimentados com dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho, obtidos de 320 observações

| i | Componentes principais (CP _i) | Autovalores λ_i de S | Proporção da variância (%) | Proporção acumulada (%) |
|----------|---|------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 | CP₁ | 3,2525 | 65,0501 | 65,0521 |
| | CP₂ | 0,7523 | 15,0458 | 80,0960 |
| 3 | CP ₃ | 0,4534 | 9,0680 | 89,1640 |
| 4 | CP ₄ | 0,3388 | 6,7752 | 95,9392 |
| 5 | CP ₅ | 0,2030 | 4,0608 | 100,0000 |

Os dois componentes principais explicaram 80,09% da variação total, comprovando que a técnica de componente principal foi efetiva para resumir o julgamento das características do perfil sensorial da carne, corroborando o observado por Barbosa et al. (2006), que, avaliando características de qualidade de carne em suínos, verificaram que os componentes principais explicaram 96,88% da variação total.

A parcela de pontuação no CP1 contra CP2, com a contribuição acumulativa de 98,72%, foi a maneira mais fácil de visualizar as principais tendências definidas nas amostras das dietas com farelo de palma.

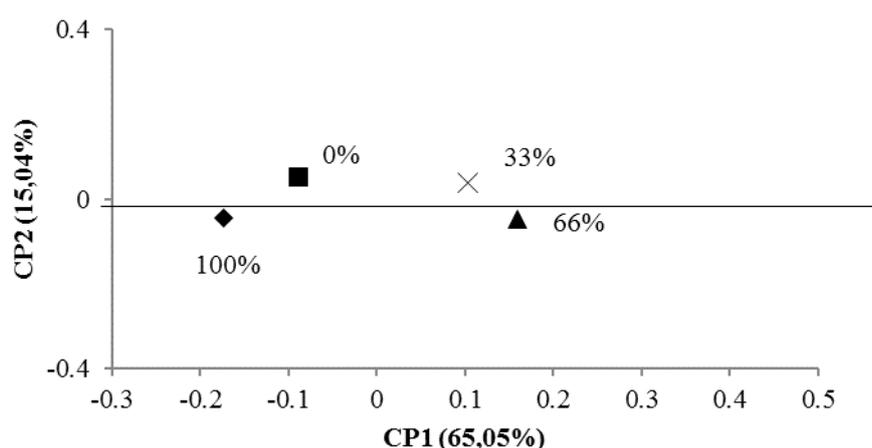


Figura 1 - Componentes principais para o perfil sensorial de amostras de carne de caprinos submetidos a dietas contendo farelo de palma em substituição ao milho

Pela análise exploratória, foi possível observar tendência à separação das dietas com farelo de palma. O primeiro componente principal (CP1), eixo horizontal (Figura 1), discriminou dois grupos entre si e as amostras posicionadas na parte de baixo da figura representam amostras de carne dos caprinos alimentados com a dieta contendo o maior teor de farelo de palma e, portanto, com menores escores em relação ao CP2.

As amostras posicionadas na parte de cima da linha (Figura 1) representam amostras de carne de caprinos alimentados com menor teor de farelo de palma e, assim com maiores escores em relação ao CP2. O teor de farelo de palma foi assim, discriminante para a separação das amostras.

Pode ser verificado que a análise exploratória indicou uma ligeira tendência de separação, o que corresponde com a análise convencional, que apesar de não ter sido influenciado pela substituição, mostra uma tendência de menores notas de aceitação para as amostras da carne de animais que receberam dietas com maiores proporções de farelo de palma.

CONCLUSÃO

A inclusão de farelo de palma em substituição ao milho na dieta de caprinos em confinamento altera o rendimento da carcaça, mas não compromete o rendimento dos cortes comerciais nem as características qualitativas e sensoriais da carne, o que comprova que esse alimento pode ser usado em substituição ao milho na dieta desses animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-HASANI, S. M.; HLAVAC, J.; CARPENTER, M. W. Rapid determination of cholesterol in single and multicomponent prepared foods. **Journal of the Association Official Analytical Chemists International**, v.76, n.4, p.902-906, 1993.

AMARAL, C. M. C.; PELICANO, E. R. L.; YAÑEZ, E. A.; SOUZA, H. B. A.; MACHADO, M. R. F.; SUGOHARA, A. RESENDE, K, T. Características de carcaça e

qualidade de carne de cabritos Saanen alimentados comparação completa farelada, peletizada e extrusada. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.550-556, 2007.

AMARE, D.; MELAKU, S; BERHANE, G. Supplementation of isonitrogenous oil seed cakes in cactus (*Opuntia ficus-indica*)–tef straw (*Eragrostis tef*) based feeding of Tigray Highland sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.148, n.2-4, p.214-226, 2009.

ARAÚJO FILHO, J. T.; COSTA, R. G.; FRAGA, A. B.; SOUSA, W. H.; GONZAGA NETO, S.; BATISTA, A. S. M.; CUNHA, M. G. G. Efeito de dieta e genótipo sobre medidas morfométricas e não constituintes da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, p.394-404, 2007.

ARGÜELLO, A.; CASTRO, N.; CAPOTE, J.; SOLOMON, M. Effects of diets and live weight at slaughter on kids meat quality. **Meat Science**, v.70, n.70, p.173-179, 2005.

ASSOCIATION OF ANALITICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12 ed. AOAC International, Washington, D.C. 1994. 1219p, 1990.

ATAY, O.; GÖKDAL, Ö.; KAYAARDI, S.; EREN, V. Fattening performance, carcass characteristics and meat quality traits in hair goat (Anatolian black) male kids. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.10, n.1, p.1350-1354, 2011.

ATTI, N.; MAHOUACHI, M.; ROUISSI, H. The effect of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica f. inermis*) supplementation on growth, carcass, meat quality and fatty acid composition of male goat kids. **Meat Science**, n.73, n.2, p.229-235, 2006.

BARBOSA, L.; LOPES, P. S.; REGAZZI, A. J.; GUIMARÃES, S. E. F.; TORRES, R. A. Avaliação de características de qualidade de suínos por meio de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1639-1645, 2006.

BESERRA, F.J.; MADRUGA, M.S.; LEITE, A.M.; SILVA, E. M. C. Effect of age at slaughter on chemical composition of meat from Moxotó goats and their crosses. **Small Ruminant Research**, v.55, n.1, p.177-181, 2004.

BESERRA, F.J.; MOURA, R.P.; SILVA, E.M.C.; MADRUGA, M. S. Características físicas e físico-químicas da carne de caprinos SRD com diferentes pesos de abate. **Tecnologia da Carne**, v.3, n.2, p.1-6, 2001.

BONACLINA, M. S; OSORIO, M. T. M; OSORIO, J. C. S.; CORRÊA, G. F.; DASHIMOTO, J.; CORRÊA, G. Avaliação sensorial da carne de cordeiros machos e fêmeas Texel × Corriedale terminados em diferentes sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1758-1766, 2011.

BROWNING, R. J.; PHELPS, O.; CHISLEY, C.; GETZ, W. R.; HOLLIS, T.; LEITE-BROWNING, M. L. Carcass yield traits from kids from a complete diallel of Boer, Kiko, and is meat goat breeds semi-intensively managed on humid subtropical pasture. **Journal of Animal Science**, v.90, n.3, p.709-722, 2012.

CARTAXO, F. Q.; SOUSA, W. H.; LEITE, M. L. M. V.; CEZAR, M. F.; CUNHA, M. G. G.; VIANA, J. A.; ASSIS, D. Y. C.; CABRAL, H. B. Características de carcaça de cabritos de diferentes genótipos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.1, p120-130, 2014.

CESAR, M.F.; SOUSA, W. H. Proposta de avaliação e classificação de carcaças de ovinos deslanados e caprinos. **Tecnologia Ciências Agropecuárias**, v.4, n.4, p.41-51, 2010.

CÉZAR, M. F.; SOUZA, W. H. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. Uberaba: **Agropecuária Tropical**, 147p, 2007.

COSTA, R. G.; TREVIÑO, I. H.; MEDEIROS, G. R.; MEDEIROS, A. N.; PINTO, T. F.; OLIVEIRA, R. L. Effects of replacing corn with cactus pear (*opuntia ficus-indica* Mill)

on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v.102, n.1, p.13-17, 2012.

DASKIRAN, I.; BINGÖL, M.; KARACA, S.; YILMAZ, A.; CETIN, A. O.; KOR, A. The effect of feeding system on fattening performance, slaughter, and carcass characteristics of Norduz male kids. **Tropical Animal Health Production**, v.42, n.2, p.1459-1463, 2010.

DE, I. P. O. A. H. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 3, DE 17 DE JANEIRO DE 2000.

DETMANN, E.; PINA, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; CAMPOS, J. M. S.; PAULINO, M. F.; OLIVEIRA, A. S.; HEMRIQUES, L. T. Estimação da fração digestível da proteína bruta em dietas para bovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2101-2109, 2006a.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; HENRIQUES, L. T.; PINA, D. S.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; MAGALHÃES, K. A. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1479-1486, 2006c.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Reparametrização do modelo baseado na lei de superfície para predição da fração digestível da fibra em detergente neutro em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.155-164, 2007.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S.; CAMPOS, J. M. S.; PAULINO, M. F.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, P. A. Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1469-1478, 2006b.

DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.;

VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; PONCIANO, N. J.; FERNANDES, A. M. Validação de Equações Preditivas da Fração Indigestível da Fibra em Detergente Neutro em Gramíneas Tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1866-1875, 2004.

DHANDA, J. S.; TAYLOR, D. G.; MURRAY, P. J. Growth, carcass and meat quality parameters of male goats: effects of genotype and live weight at slaughter. **Small Ruminant Research**, v.50, n1, p.57-66, 2003a.

DHANDA, J. S.; TAYLOR, D. G.; MURRAY, P. J. Carcass composition and fatty acid profiles of adipose tissue of male goats: effects of genotype and live weight at slaughter. **Small Ruminant Research**, v.50, n.1, p.67- 74, 2003b.

DIAS, A. M. A.; MACIEL, M. I. S.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. D.; GUIM, A.; SILVA, G. Inclusão do farelo grosso de trigo na dieta e seu efeito sobre as propriedades físicas e sensoriais da carne caprina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.3, p.527-533, 2008.

FELÍCIO, P.E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.89-97, 1999

FERRÃO, S. P. B; BRESSAN, M. C; OLIVEIRA, R. P.; PEREZ, J. R. O.; RODRIGUES, E. C.; NOGUEIRA, D. A. Características sensoriais da carne de cordeiros da raça Santa Inês submetidos a diferentes dietas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.185-190, 2009.

FOLCH, J.; LESS, M.; SLOANE, S. G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v.226, n.1, p.497-509, 1957.

FREITAS, H. S.; ALCADE, C. R.; LIMA, L. S.; MACEDO, F. A. F.; MACEDO, F. P.; MOLINA, B, S. L. Quantitative characteristics of carcass and meat quality of 3/4 Boer

+ 1/4 Saanen and Saanen goat kids fed diets with dry yeast¹. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.630-638, 2011.

GAILI, E. S.; ALI, A. E. Meat from Sudan Desert Sheep and Goats: Part 2 composition of the Muscular and Fatty Tissues. **Meat Science**, v.13, n.4, p.229-236, 1985.

GEBREEGZIABHER, Z.; TSEGAY, B. A. Efficacy of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) varieties as a source of food and in endamehoni district. Northern Ethiopia. **American Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**, v.15, n.5, p.10406-10427, 2015.

GRANDE, P. A.; ALCALDE, C. R.; MACEDO, F. A. F.; YAMAMOTO, S. M.; MARTINS, E. N. Desempenho e características de carcaça de cabritos da raça Saanen recebendo rações com farelo de glúten de milho e/ou farelo de soja. **Acta Scientiarum, Animal Science**, v.25, n.2, p.315-321, 2003.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**, 2005.

HALL, M. B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis**. (s.l.): Institute of Food Agricultural Sciences and University of Florida, 2000. 42p. (Extension Bolletín, 339).

KADIM, I. T.; MAHGOUB, O. W.; AL-MARZOOQI, S.; AL-ZADGALI, K.; ANNAMALI e MANSOUR, M. H. Effects of age on composition and quality of muscle Longissimus thoracis of the Omani Arabian Camel (*Camelus dromedarius*). **Meat Science**, v.73, n.4, p.619–625, 2006.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Handbuch der klimatologie. Berlin, Germany: Gebrüder Borntraeger, v.3, n1, 1930.

MADRUGA, M. S.; BRESSAN, M. C.; Goat meats: Description, rational use, certification, processing and technological developments. **Small Ruminant Research**, v.98, n.1, p.39-45, 2011.

MADRUGA, M. S. Fatores que Afetam a Qualidade da Carne Caprina e Ovina. In: **Simpósio Internacional de Caprinos e Ovinos de Corte**, v.2, p.417-432, p.417-432, 2003.

MADRUGA, M. S.; NARAIN, N.; DUARTE, T. F.; SOUSA, W.; GALVÃO, M. S.; CUNHA, M. G. G.; RAMOS, J. L. F. Características químicas e sensoriais de cortes comerciais de caprinos SRD e mestiços de Boer. **Ciência Tecnologia Alimentar**, v.25, n.4, p.713-719, 2005.

MADRUGA, M.S. Processamento e características físicas e organolépticas das carnes caprinas e ovinas. In: **Semana da Caprinocultura e Ovinocultura Brasileira**, v.4, 2004.

MADRUGA, M. S.; TORRES, T. S. C.; CARVALHO, F. F. R.; QUEIROGA, R. C.; NARAIN, N.; GARRUTTI, D.; COSTA, R. G. Meat quality of Moxoto and Caninde goats as affected by two levels of feeding. **Meat Science**, v.80, n.4, p.1019-1023, 2008.

MAHOUACHI, M.; ATTI, N.; HAJJI, H. Use of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) for Dairy goats and growings kids: impacts on miljk production, kid's growth, and meat quality. **The Science World Journal**, v.2012, 4p., 2012.

MATTOS, C. W.; CARVALHO, F. F. R.; DUTRA JÚNIOR, W.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; ALVES, K. S.; ARAÚJO, A. O. D. Characteristics of carcass and non carcass componentes of Moxotó and Canindé male kids under two feeding levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2125-2134, 2006.

MENEZES, C. M. D.; SCHWALBACH, L. M. J.; COMBRINCK, W. J.; FAIR, M. D.; DE WAAL, H.O. Effects of sun-dried *Opuntia ficus-indica* on feed and water intake

and excretion of urine and faeces by Dorper sheep. **South African Journal Animal Science**, v.40, n.5, p.491-494, 2010.

MILTENBURG, G. A.J.; WENSING, T.H.; SMULDERS, F.J.M.; BREUKINK, H. J. Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. **Journal of Animal Science**, v.70, n.9, p.2766-2772, 1992.

MONTE, A. L. S.; SELAIVEVILLARROEL, A. B.; PÉREZ, J. R. O.; ZAPATA, J. F. F.; BESERRA, F. J.; OLIVEIRA, A. N. Rendimento de cortes comerciais e composição tecidual da carcaça de cabritos mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2127-2133, 2007.

MÜLLER, L. Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos. Santa Maria: **Universidade Federal de Santa Maria**, 2.ed., 31p., 1987.

OSÓRIO, J. C. S.; OLIVEIRA, N. M.; OSÓRIO, M. T. M.; JARDIM, R. D.; PIMENTEL, M. A. Produção de carne em cordeiros cruza Border Leicester com ovelhas Corriedale e Ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1469-1480, 2002.

PRATIWI, N. M. W.; MURRAY, P. J.; TAYLOR, D. G. Total cholesterol concentrations of the muscles in castrated Boer goats. **Small Ruminant Research**, v.64, n.1, p.77-81, 2006.

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M.; FRANCISCO, C. L.; ANDRADE, E. N. Composição química e rendimento da carne ovina in natura e assada. **Food Science and Technology**, v.28, n.1, p.154-157, 2008.

PINHEIRO, R. S. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; SOUZA, H. B. A.; YAMAMOTO, S. M. Qualidade de carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1790-1796, 2009.

PURCHAS, R. W.; AUNGSUPAKORN, R. Further investigations into the relationship between ultimate pH and tenderness for beef samples from bulls and steers. **Meat science**, v.34, n.2, p.163-178, 1993.

PURCHAS, R. W.; DAVIES, A. S.; ABDULLAH, A. Y. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of Southdown Sheep. **Meat Science**, v.30, v.1, p.81-94, 1991.

RODRIGUES, L. Sistemas de produção de caprinos de leite e carne em pasto ou confinamento. UNESP, 2009.

SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; MONTE, A. L. S.; OLIVEIRA, A. N. et al. Peso, rendimento de carcaça e cortes comerciais de cabritos mestiços Anglo Nubiana x SRD e Boer x SRD em diferentes graus de sangue. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.41, 2004.

SHAHJALAL, M. D.; GALBRAITH, H.; TOPPS, J. H. The effect of changes in dietary protein and energy on growth, body composition and mohair fibre characteristics of British Angora goats. **Animal Production**, v.54, n.03, p.405-412, 1992.

SHERIDAN, R.; FERREIRA, A. V.; HOFFMAN, L. C. Production efficiency of South African Mutton Merino Lambs and Boer goat kids receiving either a low or a high energy feedlot diet. **Small Ruminant Research**, v.50, n.1, p.75-82, 2003.

SILVA SOBRINHO, A. G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1, 2001. A produção animal na visão dos brasileiros. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.425-446, 2001.

SILVA SOBRINHO, A. G.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J. C. S.; ARRIBAS, M. M. C.; OSÓRIO, M. T. M. Produção de carne ovina. 1ª Ed. Jaboticabal: FUNEP Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 228p., 2008.

SILVA, D. C.; GUIM, A.; SANTOS, G. R. A.; MESQUITA, F. L. T.; MORAIS, N. A. P.; URBANO, S. A.; MOREIRA FILHO, M. A.; LAFAYETTE, E. A. Níveis de suplementação sobre as características quantitativas da carcaça e composição tecidual do pernil de caprinos mestiços terminados na caatinga. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.3, 2014.

SILVA, F. A. P.; AMARAL, D. S.; GUERRA, I. C. D.; DALMÁS, P. S.; ARCANJO, N. M. O.; BEZERRA, T. K. A.; MADRUGA, M. S. The chemical and sensory qualities of smoked blood sausage made with the edible by-products of goat slaughter. **Meat science**, v.94, n.1, p.34-38, 2013.

SILVA, F. AS ASSISTAT versão 7.6 beta 2012. Campina Grande-PB: **Assistência Estatística**, Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN-Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina. Disponível em:. Acessado em: 12/08/2016.

SISTEMA PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA E GENÉTICA - SAEG. Universidade Federal de Viçosa, Central de processamento de dados - Viçosa: UFV, 2001. 301p.

SOUZA, V. L. F.; AYER, I. M.; GASPARINO, E.; CARDOZO, R. M.; BARBOSA, M. J. B.; SADDI, L. G. C. Cruzamento industrial sobre as características de carcaça e da carne de novilhas precoces. **Acta Scientiarum, Animal Science**, v. 32, n.4, p.447-453, 2010.

SOUZA, P. P. S. Efeitos do sistema de alimentação e grupo racial no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de cabritos confinados. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. 2012.

TADDESSE, D.; MELAKU, S.; MEKASHA, Y. Effect of supplementation of cactus and selected browses mix on feed utilization of Somali goats. **American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)**, v.9, n.1, p.20-34, 2015.

TORRES, L. C. L.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A.; VILELA, M. S.; GUIMARÃES, A. V.; SILVA, E. C. Substituição da palma-gigante por palma-miúda em dietas para bovinos em crescimento e avaliação de indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2264-2269, 2009

TURNER, K. E.; BELESKY, D. P.; CASSIDA, K. A.; ZERBY, H. N. Meat goat kids finished alfafa, red clover or orchard grass pastures: Carcass merit and meat quality. **Meat Science**, v.98, número, p.629-636, 2014.