

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

**ÓLEO DE PALMISTE EM DIETAS PARA TOURINHOS EM CONFINAMENTO**

**NEIRI JEAN ALVES DOS SANTOS**

**SALVADOR – BAHIA**

**Dezembro - 2020**



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

**ÓLEO DE PALMISTE EM DIETAS PARA TOURINHOS EM CONFINAMENTO**

**NEIRI JEAN ALVES DOS SANTOS**

**Engenheiro Agrônomo**

**SALVADOR – BAHIA**

**Dezembro - 2020**

**NEIRI JEAN ALVES DOS SANTOS**

**ÓLEO DE PALMISTE EM DIETAS PARA TOURINHOS EM  
CONFINAMENTO**

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

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Dr. Ronaldo Lopes Oliveira

Co-orientadora: Dr<sup>a</sup>. Analívia Martins Barbosa

**SALVADOR - BAHIA**

**Dezembro - 2020**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Alves dos Santos, Neiri  
Óleo de Palmiste em dietas para tourinhos em  
confinamento / Neiri Alves dos Santos. -- Salvador,  
2020.  
76 f.

Orientador: Ronaldo Lopes Oliveira.  
Coorientadora: Analívia Martins Barbosa.  
Tese (Doutorado - Zootecnia) -- Universidade  
Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e  
Zootecnia, 2020.

1. ácido láurico. 2. lipídios. 3. nutrição animal.  
4. ruminantes. I. Lopes Oliveira, Ronaldo. II.  
Martins Barbosa, Analívia. III. Título.

# ÓLEO DE PALMISTE EM DIETAS PARA TOURINHOS EM CONFINAMENTO

Neiri Jean Alves dos Santos

Tese defendida e aprovada para obtenção do grau de  
Doutor em Zootecnia

Salvador,  
22 de dezembro de 2020

Comissão examinadora:

---

**Dr. Ronaldo Lopes Oliveira**  
UFBA  
Orientador / Presidente

---

**Dr. Américo Fróes Garcez Neto**  
UFPR

---

**Dra. Michelle de Oliveira Maia Parente**  
UFMA

---

**Dr. André Gustavo Leão**  
UFMT

---

**Dr. Ederson Américo de Andrade**  
Uni Sociesc

Dedico este trabalho aos meus pais, Geraldo Santos e Maria Neide Santos pelo apoio, força, fé e orações dedicadas a mim e por ter me concebido o dom da vida. E aos meus filhos, Enzo Santos e Esther Santos. Essa conquista é nossa.

Ainda não sou o que quero ser, mas tenho certeza que estou no caminho certo.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pai de infinita bondade, que me guiou e proporcionou essa grande conquista.

À minha querida mãe, Neide Santos eu agradeço com carinho, por não medir esforços para que meus sonhos se tornassem realidade.

Ao meu pai, Geraldo Santos, eu serei eternamente grato, pelo seu amor e sua força como guerreiro me auxiliando sempre que preciso. Você é meu exemplo!

Ao meu irmão Neras, pela amizade e pelo apoio. Apesar da distância, sempre permanecemos unidos.

À Elis, pela compreensão, carinho, empenho nos cuidados com os nossos filhos durante a escrita deste trabalho.

Ao meu orientador Ronaldo Lopes Oliveira, pela oportunidade e incentivo, por acreditar na minha capacidade e pelo acolhimento durante essa fase da minha vida. Eu posso dizer que a minha formação científica e pessoal, não teria sido a mesma sem a sua pessoa.

À minha co-orientadora Analívia Martins Barbosa, por estar sempre ao meu lado desde o mestrado, disposta a ouvir, dialogar e pelas orientações na execução deste trabalho.

Ao Professor Vagner Maximino pela valiosa e inestimável colaboração durante o estágio em docência.

A todos os professores da Pós-Graduação em Zootecnia que me mostraram outra forma de ver o mundo, fundamental na minha formação profissional e pessoal.

À Universidade Federal da Bahia, por me proporcionar essa experiência no Programa de Pós-graduação em Zootecnia.

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

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Ao Grupo de estudos em nutrição de ruminantes (GENRU), em especial a Polyana, Fernanda e ao Paulo Roberto por todo o suporte e colaboração ao longo do experimento.

Aos amigos do Edifício Marlupe que estiveram presente nessa caminhada, pelo companheirismo, amizade e incentivo, em especial Mateus, Thomaz, Willian, Lucas Bucão, Lucas Gago e Ceixa.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.



## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

NEIRI JEAN ALVES DOS SANTOS - Filho de Geraldo Pereira dos Santos e Maria Neide Alves Santos Pereira. Nasceu em Araçuaí - MG, no dia 19 de maio de 1989.

Em 2008, iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, finalizando o mesmo em Agosto de 2013.

Em 2013, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal da Bahia – UFBA, concentrando estudos em nutrição e produção de ruminantes – Pesquisando, Resíduo de tamarindo na ensilagem da parte aérea da mandioca: qualidade da carne de cordeiros, sob a Orientação da Dr<sup>a</sup>. Analívia Martins Barbosa e Co-orientação do Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira e Prof. Dr. Daniel Ribeiro Menezes. Obtendo o título de mestre em Setembro de 2015.

Em 2015, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal da Bahia – UFBA, concentrando estudos em nutrição e produção de ruminantes – Pesquisando, óleo de palmiste em dietas para bovinos de corte em confinamento, sob a Orientação do Dr. Ronaldo Lopes Oliveira e Co-orientação da Dr<sup>a</sup>. Analívia Martins Barbosa. Obtendo o título de Doutor em Dezembro de 2020.

## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO 1- Desempenho, digestibilidade, balanço de nitrogênio e comportamento ingestivo de tourinhos confinados, alimentados com dietas contendo óleo de palmiste.

Página

<b>Tabela 1.</b> Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais... .....	13
<b>Tabela 2.</b> Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais .....	13
<b>Tabela 3.</b> Consumos médios diários, coeficiente de digestibilidade, desempenho e características de carcaça de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste.....	22
<b>Tabela 4.</b> Comportamento ingestivo de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste. ....	23
<b>Tabela 5.</b> Distribuição de partículas, fator de efetividade física ( $PEF_{1,18}$ ) e teor de fibra fisicamente efetiva ( $FDN_{FE,1,18}$ ) do resíduo presente no cocho 12 horas após a primeira oferta e das sobras de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste.....	25
<b>Tabela 6.</b> Concentração de nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ), valores de pH ruminal, concentração em $\mu\text{mol/mL}$ de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), razão molar acetato/propionato (C2:C3) e quantidade de protozoários do líquido ruminal de tourinhos 4 horas após o fornecimento da dieta contendo níveis de óleo de palmiste. .	26
<b>Tabela 7.</b> Balanço de nitrogênio (N) e síntese de proteína microbiana de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste.....	27

**LISTA DE TABELAS****CAPITULO 2 – Características nutricionais, físico-química e sensorial da carne de tourinhos alimentados com dietas contendo óleo de palmiste.**

Página

<b>Tabela 1.</b> Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais... .....	44
<b>Tabela 2.</b> Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais. .....	44
<b>Tabela 3.</b> Composição centesimal e característica físico-química da carne de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste. ....	51
<b>Tabela 4.</b> Composição de ácidos graxos (g/100 g AGME) da carne de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste. ....	52
<b>Tabela 5.</b> Características sensoriais da carne de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste.....	54

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
Introdução Geral .....	1
Referências bibliográficas.....	3
<b>CAPITULO 1 - Desempenho, digestibilidade, balanço de nitrogênio e comportamento ingestivo de tourinhos confinados, alimentados com dietas contendo óleo de palmiste</b>	
Resumo.....	6
Abstract. ....	8
Introdução .....	10
Materiais e métodos .....	12
Resultados .....	21
Discussão. ....	27
Conclusão.....	32
Referências bibliográficas.....	33
<b>CAPITULO 2 - Características nutricionais, físico-química e sensorial da carne de tourinhos alimentados com dietas contendo óleo de palmiste.</b>	
Resumo.....	39
Abstract. ....	40
Introdução .....	41
Materiais e métodos .....	43
Resultados .....	51
Discussão. ....	54
Conclusão.....	58
Referências bibliográficas.....	59

## INTRODUÇÃO GERAL

A bovinocultura de corte, em sua expansão, busca-se estratégias que promovam um equilíbrio entre o aumento no aproveitamento do alimento, sem aumentar o consumo, assim reduzindo os custos com as dietas. A utilização de óleos pode ser uma alternativa, devido sua alta densidade energética refletindo em melhor desempenho animal (SANTANA et al., 2015).

Geralmente em uma dieta com uso exclusivo de forragens, o percentual de lipídios é na ordem de 1 a 4% na matéria seca, representados principalmente por galactolipídios. Níveis mais altos são obtidos pela adição de fontes lipídicas na dieta. No entanto, a fermentação ruminal pode ser inibida. A quantidade de gordura tolerada pela microbiota ruminal pode variar de 6 a 9 % da MS ingerida (PINTO e MILLEN, 2016), a depender da forma que a mesma é disponibilizada, podendo ser sementes oleaginosas, gordura protegida ou na forma livre.

A ingestão de ácidos graxos é na forma esterificada (triglicerídeos e galactolipídios). No rúmen os triglicerídeos são hidrolisados primeiramente, liberando os ácidos graxos livres para serem biohidrogenados. Na biohidrogenação os ácidos graxos com duplas ligações são saturados ficando, então, com ligações simples e, portanto, menos tóxicos às membranas bacterianas. Entretanto, alguns ácidos graxos de cadeia media e elevado grau de saturação como ácido láurico (C12:0) e ácido mirístico (C14:0) apresentam as mesmas características dos ácidos graxos poliinsaturados, em relação à toxicidade sobre os microrganismos ruminais, preferencialmente nas bactérias gram positivas e protozoários (PALMQUIST; MATTOS, 2011).

Os óleos podem ser utilizados para modular a fermentação ruminal e alterar a digestão e a absorção dos nutrientes (MORAIS et al., 2017), por meio da inibição da atividade de alguns microrganismos sensíveis aos ácidos graxos.

O óleo de palmiste é extraído do fruto do dendezeiro (*Elaeis guineenses*). Uma planta de origem Africana, no Brasil o cultivo do dendezeiro é favorecido pelo clima tropical presente em algumas regiões do país, como as Regiões Norte e Nordeste, que apresentam condições de solos favoráveis para o seu desenvolvimento e produção (BOARI et al., 2016), O fruto desta palmeira apresenta alta produtividade de óleo, quando comparada à soja em grãos (kg/ha), contendo rendimento aproximadamente oito vezes maior (PEREZ, et al., 2000). O óleo de palmiste é nocivo aos microrganismos

ruminais, por possuir um perfil de ácidos graxos saturados e de cadeia média, sendo sua maior concentração de ácido láurico (46,6%) e ácido mirístico (16,0%).

O ácido láurico é nocivo aos microrganismos ruminais, devido à desestabilização da sua membrana celular, além, de possuir propriedades anti-protozoárias que afetam a digestão da fibra (HRISTOV et al., 2011), no entanto, em quantidades balanceadas, pode melhorar a utilização de nitrogênio no rúmen (FACIOLA e BRODERICK, 2014), através da redução de protozoários e Archaeobacterias (ZHOU et al., 2013). Os protozoários têm efeito negativo sobre a utilização de proteínas, pois reduzem o fluxo ruminal da proteína microbiana (JOUANY, 1996).

Diante disso, este estudo propôs testar a hipótese de que a inclusão de óleo de palmiste na alimentação de tourinhos em confinamento otimize a utilização de nitrogênio no rúmen, favorecendo os parâmetros de fermentação ruminal e, conseqüentemente, o desempenho animal e a qualidade da carne.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOARI, A. J.; GOMES JUNIOR, R. A.; TINÔCO, R. S.; PINA, A. J. DE A. Anel-vermelho da palma de óleo. **Embrapa Amazônia Oriental**. n. 425, p. 11-52, 2016.
- FACIOLA, A. P.; BRODERICK, G, A. Effects of feeding lauric acid or coconut oil on ruminal protozoa numbers, fermentation pattern, digestion, omasal nutrient flow, and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 5088 - 5100, 2014.
- HRISTOV, A. N.; LEE, C.; CASSIDY, T.; LONG, M.; HEYLER, K.; CORL, B.; FORSTER, R. Effects of lauric and myristic acids on ruminal fermentation, production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 382–395, 2011.
- JOUANY, J. P. Effect of rumen protozoa on nitrogen utilization by ruminants. **Journal of Nutrition**, v. 26, p. 1335–1346, 1996.
- MORAIS, J. S.; BEZERRA, L. R.; SILVA, A. M. A.; ARAÚJO, M. J.; OLIVEIRA, R. L.; EDVAN, R. L.; TORREÃO, J. N. C.; LANNA, D. P. D. Production, composition, fatty acid profile and sensory analysis of goat milk in goats fed buriti oil. **Journal of Animal Science**, v. 95, p. 395–406, 2017.
- PALMQUIST, D L; MATTOS, W R S (Ed.). METABOLISMO DE LÍPIDEOS. In: BERCHIELLI, T T; PIRES, A V; OLIVEIRA, S G. **Nutrição de Ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2011. Cap. 10. p. 299-322.
- PEREZ, J. F.; GERNAT, A. G.; MURILLO, J. G. The effect of different levels of palm kernel meal in layer diets. **Journal Poultry Science**, v. 79, p. 77-79, 2000.
- PINTO, A. E MILLEN, D. Situação atual da engorda de bovinos em confinamento e modelos nutricionais em uso. X Simpósio Internacional de Produção de Bovinos de Corte, Viçosa, p. 103-120, 2016.
- SANTANA, M, C, A.; VIEIRA, B. R.; COSTA, D. F.; DIAN, P. H. M.; FIORENTINI, G.; CANESIN, R. C.; PEREIRA, G. T.; REIS, R. A.; BERCHIELLI, T. T. Source and frequency of dry season lipid supplementation of grazing, finishing cattle. **Animal Production Science**, v. 55, p. 745 -751, 2015.

ZHOU, X.; Meile, L.; Kreuzer, M.; Zeitz, J, O. The effect of saturated fatty acids on methanogenesis and cell viability of *Methanobrevibacter ruminantium*. **Archaea**, p. 9, 2013.



## **CAPÍTULO 1**

---

Desempenho, digestibilidade, balanço de nitrogênio e comportamento ingestivo de tourinhos confinados, alimentados com dietas contendo óleo de palmiste

## **Desempenho, digestibilidade, balanço de nitrogênio e comportamento ingestivo de tourinhos confinados, alimentados com dietas contendo óleo de palmiste**

**Resumo:** Com o intuito de estudar o efeito do óleo de palmiste sobre o metabolismo e produção animal, dois experimentos foram realizados, para determinar o melhor nível (0,0; 11,5; 23,0 e 34,6 g/kg MS) de inclusão de óleo de palmiste na dieta de tourinhos em sistema de confinamento. O primeiro experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com trinta e dois tourinhos Nelores, com idade média de 24 meses e peso corporal médio de  $413 \pm 29,0$  kg, para avaliar a ingestão de nutrientes, desempenho, comportamento ingestivo e características de carcaça. O segundo experimento foi desenvolvido em delineamento experimental de quadrado latino 4 x 4 duplo, com oito novilhos mestiços providos de cânula ruminal com peso corporal médio de  $435 \pm 70$  kg, em que os coeficientes de digestibilidade, balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana, ácidos graxos de cadeia curta e a contagem da população de protozoários no rúmen foram estimados. A inclusão de óleo de palmiste resultou em efeito linear negativo no consumo em kg/dia de MS ( $P < 0,001$ ), PB ( $P < 0,001$ ), FDNcp ( $P < 0,001$ ), CNF ( $P < 0,001$ ) e NDT ( $P < 0,001$ ). No entanto, o consumo de EE ( $P < 0,001$ ) apresentou efeito quadrático positivo com máximo consumo no nível estimado de 15,36 g/kg da MS. Não houve efeito do óleo de palmiste no tempo gasto (min / dia) de alimentação ( $P = 0,921$ ), porém observou-se um efeito quadrático positivo ( $P < 0,001$ ) para o tempo despendido com a ruminação e uma redução quadrática ( $P < 0,001$ ) no tempo em ócio. A digestibilidade da MS ( $P < 0,001$ ), FDNcp ( $P < 0,001$ ) e NDT ( $P = 0,004$ ) reduziram linearmente. Por outro lado, a digestibilidade do EE ( $P = 0,053$ ) teve uma tendência de aumento com o nível de óleo de palmiste na dieta. O coeficiente de digestibilidade da PB ( $P = 0,475$ ) e do CNF ( $P = 0,114$ ) não alterou significativamente. O consumo de nitrogênio ( $P < 0,001$ ), nitrogênio retido ( $P < 0,001$ ) e a produção de proteína microbiana (g/dia) ( $P < 0,001$ ) reduziram linearmente com o aumento no nível de inclusão de óleo de palmiste. Entretanto, para a eficiência de produção de proteína microbiana em g/kg NDT ingerido não houve influência ( $P = 0,807$ ). Foi observado uma redução linear para o peso final ( $P < 0,001$ ), ganho médio diário ( $P < 0,001$ ), peso de carcaça quente ( $P < 0,001$ ), peso de carcaça fria ( $P < 0,001$ ), rendimento de carcaça quente ( $P < 0,001$ ), rendimento de carcaça fria ( $P < 0,001$ ), área

de olho de lombo ( $P = 0,015$ ) e espessura da gordura subcutânea ( $P = 0,002$ ). A inclusão de óleo de palmiste em até 34,6 g/kg de MS em dietas de tourinhos confinados não é recomendada, pois reduz o consumo de MS e dos nutrientes, além de afetar negativamente a digestibilidade e desempenho.

**Palavras-chave:** ácido láurico, lipídios, nutrição animal, ruminantes

**Performance, digestibility, nitrogen balance and ingestive behavior of  
feedlot bulls, fed diets containing palm kernel oil**

**ABSTRACT:** In order to study the effect of palm kernel oil on metabolism and animal production, two experiments were carried out to determine the best level (0.0; 11.5; 23.0 and 34.6 g/kg DM) of inclusion of palm kernel oil (PO) in the diet of bulls in a feedlot. The first experiment was carried out in a completely randomized design, with thirty-two Nellores bulls, with an average age of 24 months and an average body weight of  $413 \pm 29.0$  kg, to assess nutrient intake, performance, ingestive behavior and carcass characteristics. The second experiment was carried out in a 4 x 4 double Latin square experimental design, with eight crossbred steers with ruminal cannula with an average body weight of  $435 \pm 70$  kg, in which the digestibility coefficients, nitrogen balance, microbial protein synthesis, short-chain fatty acids and the rumen protozoan population count were estimated. The inclusion of palm kernel oil resulted in a negative linear effect on intake of kg/day of DM ( $P < 0.001$ ), CP ( $P < 0.001$ ), apNDF ( $P < 0.001$ ), NFC ( $P < 0.001$ ) and TDN ( $P < 0.001$ ). However, intake of EE ( $P < 0.001$ ) showed a positive quadratic effect with maximum predicted intake at 15.36 g/kg DM level. There was no effect of palm kernel oil on the time spent (min/day) on feeding ( $P = 0.921$ ), but a positive quadratic effect ( $P < 0.001$ ) was observed for the time spent on rumination and a quadratic reduction ( $P < 0.001$ ) in idle time. Digestibility of DM ( $P < 0.001$ ), apNDF ( $P < 0.001$ ) and TDN ( $P = 0.004$ ) decreased linearly. On the other hand, EE digestibility ( $P = 0.053$ ) had a trend of increase with the level of PO in the diet. The digestibility coefficient of CP ( $P = 0.475$ ) and NFC ( $P = 0.114$ ) did not change significantly. The consumption of nitrogen ( $P < 0.001$ ), nitrogen retained ( $P < 0.001$ ) and the production of microbial protein (g/day) ( $P < 0.001$ ) decreased linearly with the increase of palm kernel oil. However, for the efficiency of microbial protein production in g/kg TDN ingested there was no influence ( $P = 0.807$ ). A linear reduction was observed for the final weight ( $P < 0.001$ ), average daily gain ( $P < 0.001$ ), hot carcass weight ( $P < 0.001$ ), cold carcass weight ( $P < 0.001$ ), hot carcass yield ( $P < 0.001$ ), cold carcass yield ( $P < 0.001$ ), rib eye area ( $P = 0.015$ ) and thickness of subcutaneous fat ( $P = 0.002$ ). The inclusion of palm kernel oil in up to 34.6 g / kg DM in diets of confined bulls is not

recommended, as it reduces the consumption of DM and nutrients, in addition to negatively affecting digestibility and performance.

**Keywords:** animal nutrition, lauric acid, lipids, ruminants

## INTRODUÇÃO

A suplementação lipídica, com o uso de óleos vegetais, na nutrição de ruminantes tem sido utilizada com o objetivo de promover maior densidade energética às dietas, visando garantir uma maior eficiência na produção, devido ao alto teor calórico (OLIVEIRA et al., 2015). Contudo, o uso de óleo na dieta de ruminantes pode comprometer o metabolismo microbiano no rúmen e, conseqüentemente, o comportamento alimentar dos ruminantes (LIMA et al., 2015).

As fontes de óleos vegetais podem ser utilizadas como manipulador da fermentação ruminal, promovendo alterações na capacidade de degradação, digestão e absorção dos nutrientes (MORAIS et al., 2017). Isso ocorre por meio da inibição da atividade de alguns microrganismos sensíveis aos óleos, como o óleo de palmiste que exerce efeito antimicrobiano (HRISTOV et al., 2011).

O óleo de palmiste é extraído do fruto do dendezeiro (*Elaeis guineenses*). Uma planta de origem africana, que no Brasil o seu cultivo é favorecido pelo clima tropical presente em algumas regiões do país, como as Regiões Norte e Nordeste, que apresentam condições de solos favoráveis para o seu desenvolvimento e produção (BOARI et al., 2016).

O óleo de palmiste é nocivo aos microrganismos ruminais, por possuir um perfil de ácidos graxos saturados e de cadeia média, sendo sua maior concentração de ácido láurico (46,6%) e ácido mirístico (16,0%). O ácido láurico tem ação na desestabilização da membrana celular, interferindo no metabolismo de energia e no transporte de nutrientes, levando à morte das células microbianas, principalmente bactérias celulolíticas e protozoários ciliados (HRISTOV et al., 2011).

Microrganismos que degradam as fibras estão entre os mais sensíveis ao óleo de palmiste dietético. No entanto, em quantidade balanceada, pode melhorar a utilização de nitrogênio no rúmen (FACIOLA e BRODERICK, 2014), através da redução de protozoários e Archaeobacterias (ZHOU et al., 2013). Os protozoários têm efeito negativo sobre a utilização de proteínas, pois reduzem o fluxo ruminal da proteína microbiana (JOUANY, 1996).

Portanto, é importante o conhecimento dos níveis ideais de óleo de palmiste, para incluir na dieta de tourinhos. Diante disso, este estudo propôs testar a hipótese de que a inclusão de óleo de palmiste na alimentação de tourinhos em confinamento

melhore a utilização de nitrogênio no rúmen, favorecendo os parâmetros de fermentação ruminal e conseqüentemente a digestibilidade, o comportamento ingestivo, desempenho e as características da carcaça dos animais.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Comitê de ética

Os experimentos foram conduzidos de acordo com o protocolo para uso de animais em ensino ou pesquisa sob autorização da comissão de ética no uso de animais – CEUA da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, Protocolo 01/2015.

Foram realizados dois ensaios experimentais com objetivo de investigar os efeitos da inclusão de óleo de palmiste nas dietas de tourinhos em sistema de confinamento. Um total de quarenta tourinhos, vacinados e vermifugados foram distribuídos em dois experimentos. O primeiro experimento (n=32) foi conduzido para avaliar o consumo de alimentos, comportamento ingestivo, desempenho produtivo e características de carcaça. O segundo experimento (n=8), avaliou o coeficiente de digestibilidade, balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana, pH, nitrogênio amoniacal, ácidos graxos voláteis e a determinação da população de protozoários no rúmen.

### **Experimento 1: Avaliação do consumo, comportamento ingestivo, desempenho, e características de carcaça**

#### **Animais, tratamento e delineamento experimental**

O estudo foi conduzido no confinamento experimental na fazenda de São Gonçalo dos Campos – Bahia, pertencente à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal da Bahia. Foram utilizados trinta e dois tourinhos Nelores ( $413 \pm 29,0$  kg) com vinte quatro meses de idade, distribuídos individualmente em baias parcialmente cobertas ( $2,0 \times 4,0$  m<sup>2</sup>) com piso de concreto, comedouros e bebedouros. O experimento foi conduzido durante um período de cento e cinco dias, sendo os quinze primeiros de adaptação às instalações, ao manejo e às dietas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro dietas e oito repetições. A inclusão de óleo de palmiste em 0,0; 11,5; 23,0 e 34,6 g/kg com base na matéria seca (MS) da dieta constituíram os tratamentos.

#### **Composição química das dietas**

As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do National Research Council (NRC, 2000) e continham 124 g PB/kg MS, para atender às



exigências nutricionais dos animais para ganho médio diário estimado de 1500 g/dia. As dietas foram ofertadas duas vezes ao dia, às 8 horas e às 16 horas, na forma de ração mista total (TMR) com uma relação volumoso e concentrado (400:600 g/kg de MS), a água foi fornecida *ad libitum*.

Os ingredientes utilizados foram: feno de Tifton-85 (*Cynodon sp*), grão de milho moído, farelo de soja, premix mineral, mistura de ureia+sulfato de amônio (9:1) e óleo de palmiste (Tabelas 1 e 2). Amostras dos ingredientes e dietas formuladas foram coletadas e submetidas separadamente à análise química com amostras em triplicata.

**TABELA 1.** Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Itens	Feno de Tifton 85	Milho Moído	Farelo de Soja	Óleo de Palmiste
Matéria Seca, g/kg MN	901	904	869	992
Matéria Mineral, g/kg MS	68,7	12,9	68,2	
Matéria Orgânica, g/kg MS	931	987	932	
Proteína Bruta, g/kg MS	70,5	75,8	485	
<sup>A</sup> PIDN g/kg PB	138	140	120	
<sup>B</sup> PIDA, g/kg PB	118	41,5	27,3	
Extrato Etéreo, g/kg MS	10,0	52,0	12,6	994
<sup>C</sup> FDNcp, g/kg MS	713	135	154	
FDA, g/kg MS	245	17,4	70,6	
CNF, g/kg MS	138	724	294	
Hemicelulose, g/kg MS	468	118	83,4	
Celulose, g/kg MS	188	10,6	62,3	
Lignina, g/kg MS	56,7	6,80	8,30	

<sup>A</sup> Proteína insolúvel em detergente neutro.

<sup>B</sup> Proteína insolúvel em detergente ácido.

<sup>C</sup> Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

**TABELA 2.** Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Itens	Níveis de Óleo de Palmiste (g/kg MS)			
	0,0	11,5	23,0	34,6
<b>Proporção dos ingredientes das dietas experimentais</b>				
Milho Moído	544	530,7	517,4	504
Farelo de Soja	26,0	27,8	29,6	31,4
Óleo de Palmiste	0,00	11,5	23,0	34,6
<sup>A</sup> Premix Mineral	15,0	15,0	15,0	15,0

<sup>B</sup> Ureia+Sulfato de Amônio	15,0	15,0	15,0	15,0
Feno	400	400	400	400
<b>Composição química das dietas experimentais</b>				
Matéria Seca, g/kg MN	905	906	907	908
Matéria Mineral, g/kg MS	66,3	66,2	66,2	66,1
Matéria Orgânica, g/kg MS	934	934	934	934
Proteína Bruta, g/kg MS	124	124	124	124
<sup>C</sup> PIDN g/kg PB	231	230	228	226
<sup>D</sup> PIDA, g/kg PB	7,05	7,00	6,95	6,90
Extrato Etéreo, g/kg MS	32,6	43,4	54,1	65,0
<sup>E</sup> FDN <sub>cp</sub> , g/kg MS	363	361	359	358
FDA, g/kg MS	109	109	109	109
Carboidrato não fibroso, g/kg MS	441	432	423	414
Hemicelulose, g/kg MS	254	252	250	249
Celulose, g/kg MS	82,8	82,8	82,7	82,7
Lignina, g/kg MS	26,6	26,5	26,4	26,4
<b>Tamanho de partículas da dieta g/kg de MS retidas nas peneiras</b>				
19,0 mm	180	162	167	167
8,0 mm	104	112	111	116
1,18 mm	514	508	526	498
Base	200	216	195	217
<sup>F</sup> PEF <sub>1,18</sub>	798	782	804	781
<sup>G</sup> FDN <sub>FE 1,18</sub>	304	297	304	294

<sup>A</sup> Níveis garantia (por kg, em elementos ativos): cálcio (máx.) - 220 g e cálcio (min) - 209 g; fósforo - 163 g; enxofre - 12 g; magnésio - 12,5 g; cobre - 3500 mg; cobalto - 310 mg; ferro - 1960 mg; iodo - 280 mg; manganês - 3640 mg; selênio - 32 mg; zinco - 9000 mg; e flúor (máx.) - 1630 mg.

<sup>B</sup> Mistura de ureia+sulfato de amônio em uma relação (9:1).

<sup>C</sup> Proteína insolúvel em detergente neutro.

<sup>D</sup> Proteína insolúvel em detergente ácido.

<sup>E</sup> Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

<sup>F</sup> Fator de efetividade física.

<sup>G</sup> Fibra em detergente neutro fisicamente efetivo.

### Consumo e comportamento ingestivo

As sobras foram pesadas diariamente para a determinação do consumo de matéria seca e ajuste do alimento fornecido, de forma a permitir sobras de 10%. A ingestão de matéria seca dos nutrientes foi estimada pela diferença entre o conteúdo total de cada nutriente na ração fornecida e o conteúdo total de cada nutriente nas sobras.

Durante o período experimental foram coletadas duas vezes por semana amostras dos ingredientes fornecidos e das sobras, as quais foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer a -20°C para posteriores análises laboratoriais.

O comportamento ingestivo foi avaliado em três seções, nos dias 26, 59 e 81 do período experimental, em que as observações foram realizadas durante 24 h, iniciadas às 08:00 h (no momento do fornecimento da dieta) em intervalos de 5 minutos, para determinação dos tempos despendidos com alimentação (TA), ruminação (TR) e ócio (TO) de acordo com metodologia descrita por Johnson e Combs (1991). No mesmo dia foram realizadas as contagens do número de mastigações merísticas/bolo ruminal e a determinação do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, para cada animal, com a utilização de um cronômetro digital. Para tal avaliação os observadores estavam posicionados de forma que interferisse o mínimo possível com o comportamento animal. Os valores do tempo despendido e o número de mastigações merísticas por bolo ruminal foram obtidos a partir das observações feitas durante a ruminação de três bolos ruminais, em três períodos diferentes do dia (manhã, tarde e noite). O ambiente foi mantido com iluminação artificial durante a avaliação.

A eficiência de alimentação e ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro, número de bolos ruminais por dia e o tempo total de mastigação, foram determinados de acordo com a metodologia de Bürger et al. (2000).

A distribuição do tamanho de partícula das dietas e das sobras foi determinada usando o separador de partículas da Universidade do Estado da Pensilvânia, contendo três peneiras (19, 8 e 1,18 mm) e o fundo (KONONOFF e HEINRICHS, 2003).

A avaliação da seleção por tamanhos de partículas das dietas pelos animais foi realizada nos dias 25, 58 e 80 a fim de evitar qualquer interferência no comportamento ingestivo dos animais. Nestes dias, amostras representativas das dietas foram recolhidas antes do fornecimento da alimentação. Amostras das dietas remanescentes nos cochos de cada animal foram coletadas 12 e 24 horas (sobras) após a primeira oferta. Os resíduos remanescentes nos cochos foram recolhidos, pesados, amostrados e devolvidos ao cocho, enquanto a amostragem às 24 h, os resíduos de alimentação foram pesados e totalmente coletados.

O fator de efetividade física (PEF<sub>1,18</sub>) foi calculado como a soma da proporção de matéria seca retida sobre as peneiras de 19, 8 e 1,18 mm (KONONOFF e HEINRICHS, 2003). O índice de FDN<sub>FE1,18</sub> das dietas ofertadas, resíduo presente no cocho 12 horas após a primeira oferta e das sobras foi calculado pela multiplicação do conteúdo de FDN pelo PEF<sub>1,18</sub> (YANG e BEAUCHEMIN, 2007).

### **Desempenho, abate e características de carcaça**

Os animais foram pesados no início e no final do experimento, após um jejum de 16 horas de alimento sólido. O ganho de peso médio diário foi calculado pela diferença entre o peso final e inicial de cada animal dividido pelo total de dias do experimento. No término do experimento de 105 dias, os animais foram transferidos para frigorífico comercial. Após um período de jejum de sólidos por 16 horas.

O abate foi realizado de acordo com as diretrizes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Normativa nº03/00, MAPA BRASIL, 2000), para o Serviço de Inspeção Federal (SIF) de abate humanitário. Os animais foram insensibilizados por pistola pneumática, seguida de sangria através da secção das veias jugulares e as artérias carótidas, posteriormente foram esfoladas e evisceradas. Após a remoção da cabeça e das patas, as carcaças foram pesadas para determinar o peso de carcaça quente (PCQ) e rendimento de carcaça quente ( $RCQ = PCQ/100 \times PCA$ ). Em seguida as carcaças foram acondicionadas em câmara fria a 4 ° C durante 24 horas, sendo ao termino deste período novamente pesadas para determinar o peso (PCF) e rendimento de carcaça fria ( $RCF = PCF \times 100 / PCF$ ).

A avaliação da área de olho de lombo e espessura da gordura subcutânea foi realizada através de um corte transversal entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas, permitindo assim a exposição da secção transversal do lombo da meia carcaça esquerda. Dessa forma, a aferição da área de olho de lombo foi feita com auxílio de transparência (MAXPRINT, SP, São Paulo, Brasil) e uma caneta apropriada (modelo 4053, Molin, SP, São Paulo, Brasil). Em seguida, as imagens foram digitalizadas (Hewlett-Packard Development Company, SP, São Paulo, Brasil) e a área de pixels foi convertida em cm<sup>2</sup> usando o software Quant. A espessura da gordura subcutânea foi mensurada com auxílio de paquímetro digital.

## **Experimento 2: Digestibilidade, balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana e parâmetros ruminais**

### **Animais, tratamento e delineamento experimental**

Foram utilizados oito bovinos mestiços providos de cânula ruminal com peso corporal inicial de  $435 \pm 70$  kg, alojados em baias individuais, vacinados e vermifugados ao início do experimento. Distribuídos em um delineamento experimental de quadrado latino 4 x 4 duplo. As dietas experimentais foram as mesmas do Experimento 1.

Os períodos foram de vinte e um dias cada, dos quais foram quinze dias de adaptação às dietas e os seis últimos destinados à coleta de dados e amostras.

### **Digestibilidade dos nutrientes**

No intuito de determinar a excreção de matéria seca fecal para se estimar o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, utilizou-se dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) como indicador externo. O  $\text{TiO}_2$  foi fornecido na quantidade de 10 g/dia a cada animal, às 11:00 h, por intermédio da fístula ruminal, entre oitavo e o vigésimo dia de cada período experimental. As amostras fecais foram coletadas diretamente do reto dos animais entre o décimo sexto e o vigésimo dia, em três coletas diárias em horários alternados do dia (manhã, tarde e noite). Ao longo dos dias de coleta, amostras dos ingredientes, da dieta, sobras e fezes foram coletadas diariamente para posterior análise laboratorial.

Os coeficientes de digestibilidade (CD) matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais foram calculados usando a equação:  $\text{CD} = [(\text{kg de fração ingerida} - \text{kg de fração excretada}) / (\text{kg de fração ingerida})] \times 100$ .

### **Síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio**

No décimo sexto dia de cada período experimental foi realizada a coleta total de urina, durante um período de 24 horas (BARBOSA et al., 2006). Para tal, utilizaram-se funis, adaptados aos animais e ligados a mangueiras de polietileno. A urina foi captada em uma proveta, e após a coleta foi mensurado o volume urinário e em seguida uma

amostra foi armazenada em recipiente plástico contendo 200 mL de ácido sulfúrico a 20%. Após a coleta, a urina foi homogeneizada e filtrada em tripla camada de gaze e então uma alíquota de 10 mL foram diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036N. As amostras de urina foram armazenadas em potes de polietileno e conservadas a -10 °C para posteriores análises das concentrações de alantoína, ácido úrico e nitrogênio total. Determinou-se a concentração de alantoína, conforme método colorimétrico, de acordo com as especificações de Chen e Gomes (1992). As concentrações de ácido úrico foram determinadas com o uso de kit's comerciais (LABTEST; Lagoa Santa Minas Gerais, Brasil) e a determinação do nitrogênio total foi realizada pelo método AOAC (2012 - 981,10). Para excreção total dos derivados de purina foi calculada a soma das quantidades de alantoína e ácido úrico (mmol/dia) excretadas na urina. As purinas microbianas absorvidas (Pabs, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (DP, mmol/dia), por meio da equação:

$$\text{Pabs} = (\text{DP} - 0,301 * \text{PV}^{0,75}) / 0,80$$

Em que 0,80 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas, e  $0,301 * \text{PV}^{0,75}$  a contribuição endógena para a excreção de purinas (BARBOSA et al., 2011). A síntese de compostos nitrogenados microbianos (NMic g/dia) foi determinada em função das purinas absorvidas (Pabs, mmol/dia), de acordo com Barbosa et al. (2011):

$$\text{NMic (g/dia)} = 70 * \text{Pabs} / 0,93 * 0,137 * 1000$$

Em que 70 é o conteúdo de nitrogênio nas purinas (mgN/mol); 0,93 a digestibilidade verdadeira das purinas microbianas e 0,137 a razão Npurinas:Ntotal dos microrganismos ruminais. A síntese de proteína microbiana foi obtida multiplicando-se o nitrogênio microbiano por 6,25, enquanto a eficiência de síntese de proteína microbiana g/kg foi determinada pela razão entre a proteína microbiana e o consumo de nutrientes digestíveis totais. O balanço de nitrogênio (N-retido, g/dia) foi calculado a partir da equação:

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

### **Parâmetros ruminais**

Foram realizadas coletas do líquido ruminal 4 horas após o fornecimento da dieta, para a avaliação de pH, concentração de amônia (NH<sub>3</sub>) e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), no vigésimo primeiro dia do período experimental. As amostras foram coletadas manualmente em oito pontos diferentes do ambiente ruminal, filtradas com gaze e submetidas à avaliação do pH imediatamente após a coleta com o uso do pHmetro digital (TECNOPON mPA 210).

Para determinação do NH<sub>3</sub>, uma alíquota de 50 mL de cada amostra de líquido ruminal foi acidificada com a adição de 1 mL de ácido sulfúrico 1:1 em recipiente identificado e armazenado a -10°C. Os teores de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal foram avaliados pelo sistema Kjeldahl, sem digestão ácida da amostra e utilizando-se como base para destilação o hidróxido de potássio (2N), após centrifugação da amostra a 3.000 x g por 15 minutos.

Para a análise dos AGCC (acetato, propionato e butirato), uma alíquota de 50 mL de cada amostra de líquido ruminal foi coletada em recipiente identificado e armazenada a -10°C. Após o degelo, as amostras do líquido ruminal foram colocadas em tubos Falcon e centrifugadas a 15.000 x g por 10 minutos, a identificação e quantificação dos ácidos foi obtida por HPLC (Cromatografia Líquida de Alto desempenho), marca SHIMADZU, modelo SPD-10A VP acoplado ao Detector Ultra Violeta (UV) utilizando-se um comprimento de ondas: 210 nm.

A contagem de protozoários foi feita segundo o método descrito por Dehority et al. (1984), o líquido ruminal foi coletado 4 horas após a alimentação, 40 mL, foi misturado (1:1, v/v) com uma solução de 50% de formalina em recipiente identificado e armazenado a -10°C, a avaliação quantitativa foi feita utilizando a câmara de Neubauer.

### **Análises laboratoriais**

Após o descongelamento, amostras de volumoso, concentrado e as sobras dos dois experimentos foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas. Em seguida, trituradas em moinhos de faca tipo Willey (Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil) com peneira de 1 mm, armazenadas em frascos plásticos com tampa, etiquetados e submetidos as análises laboratoriais, onde todas as amostras

foram analisadas em duplicata e assumindo um coeficiente de variação inferior a 5% para todas as análises.

As análises foram realizadas de acordo com os procedimentos analíticos da Association of Analytical Communities (AOAC, 2012), sendo determinados os teores de MS (método 967.03), proteína bruta (PB - método 981.10), extrato etéreo (EE - método 920.29), matéria mineral (MM - método 942.05). Para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi utilizada a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991), com as modificações propostas no manual do dispositivo Ankon (Ankon Technology Corporation, Macedon, Nova York, EUA). O resíduo da fibra em detergente neutro foi incinerado a 600°C por 4h para a correção da contaminação por cinzas, bem como submetido a análise protéica para a subtração da proteína insolúvel em detergente neutro (PDIN) para a correção proteica. Os teores de PDIN e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) foram obtidos seguindo a metodologia proposta por Licitra et al. (1996). A determinação da lignina foi realizada de acordo com o método 973.18 (AOAC, 2012).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com a equação de Hall (2000).  $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ ureia}) + \%FDN_{cp} + \% EE + \% MM]$ .

### **Análise estatística**

O experimento um foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. O seguinte modelo foi utilizado:

$$Y_{ij} = \mu + s_i + e_{ij}$$

Onde:  $Y_{ij}$  = valor observado;  $\mu$  = media geral;  $s_i$  = efeito dos níveis de óleo de palmiste (0 para controle; 11,5; 23,0 e 34,6 g/kg MS); e  $e_{ij}$  = efeito do erro experimental. Contrastes polinomiais foram utilizados para determinar os efeitos lineares e quadráticos dos diferentes níveis de tratamento, o peso inicial foi usado no modelo estatístico como covariável quando significativo. Foi utilizado o comando PROC MIXED no software SAS 9.1 (2003) (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA). A significância foi considerada quando  $P \text{ valor} < 0,05$ .



O experimento dois foi conduzindo em delineamento experimental quadrado latino 4 x 4 duplo, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = M + Li + Cj + Tk (ij) + e_{ijk}$$

Onde  $Y_{ijk}$  = valor observado na unidade experimental que recebeu o tratamento  $k$  (na linha  $i$  e coluna  $j$ );  $M$  = efeito da média geral;  $Li$  = efeito da linha  $i$  (animal);  $Cj$  = efeito da coluna  $j$  (período);  $Tk (ij)$  = efeito do tratamento  $k$  aplicado na linha  $i$  e coluna  $j$  (níveis de óleo de palmiste (0 para controle; 11,5; 23,0 e 34,6 g/kg MS) e  $e_{ijk}$  = erro (residual). Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e foi utilizado o comando PROC MIXED no software SAS 9.1 (2003) (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA) com contrastes polinomiais para determinar o efeito linear e quadrático dos tratamentos e a significância foi considerada quando  $P$  valor  $< 0,05$  e tendência quando  $0,05 \leq P \leq 0,10$ .

Para cada variável de ambos os experimentos, os modelos de regressão com melhor ajuste dos dados foram escolhidos de acordo com o menor valor de RMSE.

## RESULTADOS

### Consumo, digestibilidade de nutrientes, desempenho e características da carcaça

A inclusão de óleo de palmiste resultou em efeito linear negativo no consumo em kg/dia de MS ( $P < 0,001$ ), PB ( $P < 0,001$ ), FDNcp ( $P < 0,001$ ), CNF ( $P < 0,001$ ) e NDT ( $P < 0,001$ ). No entanto, o consumo de EE ( $P < 0,001$ ) apresentou efeito quadrático positivo com máximo consumo no nível de 15,36 g/kg da MS. Quando o consumo foi expresso em relação ao peso corporal, verificou-se um efeito linear na redução do consumo de MS ( $P < 0,001$ ) e no consumo de FDNcp ( $P < 0,001$ ).

A digestibilidade aparente da MS ( $P < 0,001$ ), FDNcp ( $P < 0,001$ ) e NDT ( $P = 0,004$ ) reduziram linearmente com o aumento dos níveis de inclusão do óleo de palmiste. Por outro lado, a digestibilidade do EE ( $P = 0,053$ ) teve uma tendência associada positivamente ao nível de óleo de palmiste na dieta. O coeficiente de

digestibilidade da PB ( $P = 0,475$ ) e do CNF ( $P = 0,114$ ) não foi afetado com a inclusão do óleo de palmiste.

A inclusão dos níveis de óleo de palmiste nas dietas resultou em efeito linear negativo para o peso final (PF) ( $P < 0,001$ ), ganho médio diário (GMD) ( $P < 0,001$ ), peso de carcaça quente (PCQ) ( $P < 0,001$ ), peso de carcaça fria (PCF) ( $P < 0,001$ ), rendimento de carcaça quente (RCQ) ( $P < 0,001$ ), rendimento de carcaça fria (RCF) ( $P < 0,001$ ), área de olho de lombo (AOL) ( $P = 0,015$ ) e espessura da gordura subcutânea (EGS) ( $P = 0,002$ ) (Tabela 3).

**TABELA 3.** Consumos médios diários, coeficiente de digestibilidade, desempenho e características de carcaça de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste

Variáveis	Níveis de Óleo de Palmiste (g/kg MS)				EPM <sup>a</sup>	P-valor <sup>b</sup>	
	0,0	11,5	23,0	34,6		Lin	Quad
<b>Consumo nutriente (kg/dia)</b>							
Matéria seca	10,3	10,1	7,47	5,41	0,42	<0,001	0,031
Proteína bruta	1,26	1,24	0,89	0,61	0,05	<0,001	0,019
Extrato etéreo	0,35	0,45	0,40	0,32	0,02	0,120	<0,001
FDNcp <sup>c</sup>	3,24	3,34	2,57	2,00	0,16	<0,001	0,043
Carboidrato não fibroso	4,74	4,46	3,13	2,14	0,18	<0,001	0,061
Nutrientes digestíveis totais	7,46	7,41	5,12	3,44	0,50	<0,001	0,360
<b>Consumo em (% PC)</b>							
Matéria seca	2,12	2,11	1,68	1,26	0,05	<0,001	0,121
FDNcp <sup>c</sup>	0,67	0,70	0,58	0,47	0,02	<0,001	0,006
<b>Coeficiente de digestibilidade</b>							
Matéria seca	72,2	71,9	67,2	58,7	2,42	<0,001	0,088
Proteína bruta	73,3	73,2	74,7	74,6	2,19	0,475	0,990
Extrato etéreo	85,4	87,8	87,8	88,4	1,36	0,053	0,377
FDNcp <sup>c</sup>	57,6	51,5	40,9	32,7	4,17	<0,001	0,750
Carboidrato não fibroso	84,3	87,3	87,8	87,5	1,68	0,114	0,252
Nutrientes digestíveis totais	74,9	75,1	70,0	65,2	2,54	0,004	0,289
<b>Desempenho e características de carcaça</b>							
Peso inicial (kg)	432	418	401	404	-	-	-
Peso final (kg)	534	538	494	457	14,7	<0,001	0,066
GMD <sup>d</sup> (kg/dia)	1,14	1,34	1,03	0,59	0,08	<0,001	<0,001
Peso carcaça quente (kg)	290	293	274	230	7,85	<0,001	0,006
Peso carcaça fria (kg)	289	292	273	227	7,87	<0,001	0,007
RCQ <sup>e</sup> (%)	54,4	54,4	53,5	50,1	0,54	<0,001	0,006
RCF <sup>f</sup> (%)	54,1	54,2	53,2	49,8	0,54	<0,001	0,005

AOL <sup>g</sup> (cm <sup>2</sup> )	67,8	68,9	65,5	57,2	3,01	0,015	0,143
EGS <sup>h</sup> (mm)	5,68	5,67	4,25	3,57	0,69	0,002	0,809

<sup>a</sup>EPM = erro padrão da média.

<sup>b</sup>Significância em  $P < 0,05$  e tendência em  $\leq 0,05 P \leq 0,10$ .

<sup>c</sup>Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

<sup>d</sup>Ganho de peso médio diário.

<sup>e</sup>Rendimento de carcaça quente.

<sup>f</sup>Rendimento de carcaça fria.

<sup>g</sup>Área de olho de lombo.

<sup>h</sup>Espessura de gordura subcutânea.

### Comportamento ingestivo e seleção de alimentos

Não houve efeito da inclusão do óleo de palmiste no tempo despendido (min/dia) com alimentação ( $P = 0,921$ ), porém observou-se um efeito quadrático positivo ( $P < 0,001$ ) no tempo de ruminação, com ponto de máximo na curva no nível 12,38 g/kg de MS de óleo de palmiste e uma redução quadrática ( $P < 0,001$ ) no tempo em ócio dos tourinhos Nelore com ponto de mínima em 13,86 g/kg de MS de óleo de palmiste.

Houve um aumento linear no tempo de alimentação em min./kg MS ( $P < 0,001$ ) e min./kg de FDN ( $P < 0,001$ ), bem como o tempo despendido com a ruminação min./kg MS ( $P < 0,001$ ) e min./kg FDN ( $P = 0,002$ ). Já a eficiência da alimentação da MS em kg/hora ( $P < 0,001$ ) e FDN em kg/hora ( $P < 0,001$ ), bem como eficiência da ruminação da MS em kg/hora ( $P < 0,001$ ) e FDN em kg/hora ( $P = 0,002$ ) apresentou efeito linear negativo (Tabela 4).

**TABELA 4.** Comportamento ingestivo de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste

Variáveis	Níveis de Óleo de Palmiste				EPM <sup>a</sup>	P-valor <sup>b</sup>	
	(g/kg MS)					Lin	Quad
	0,0	11,5	23,0	34,6			
<b>Tempo gasto (min/dia)</b>							
Alimentação	210	242	237	215	17,4	0,921	0,564
Ruminação	429	499	444	323	20,4	<0,001	<0,001
Ócio	801	699	759	902	29,8	0,014	<0,001
<b>Tempo gasto (min/kg MS)</b>							
Alimentação	20,2	23,6	27,8	38,1	2,48	<0,001	0,126

Ruminação	41,3	50,5	60,8	59,4	2,42	<0,001	0,384
<b>Tempo gasto (min/kg FDN)</b>							
Alimentação	64,4	72,4	80,3	107	8,17	<0,001	0,261
Ruminação	132	155	176	165	8,34	0,002	0,068
<b>Eficiência (kg/h)</b>							
Alimentação MS	3,10	2,71	2,21	1,67	0,19	<0,001	0,703
Alimentação FDN	0,98	0,90	0,76	0,63	0,07	0,001	0,743
Ruminação MS	1,47	1,20	1,01	1,03	0,05	<0,001	0,124
Ruminação FDN	0,47	0,40	0,35	0,37	0,02	0,002	0,063
<b>Mastigação</b>							
Nº/bolo	58,9	59,3	59,7	52,8	2,75	0,161	0,200
Seg/bolo	65,3	64,2	68,9	61,1	3,38	0,602	0,328
Min/dia	622	741	659	538	3,06	0,027	<0,001
Min/kg MS	61,5	74,1	88,6	98,6	3,91	<0,001	0,735
Min/kg FDN	196	227	256	268	13,9	<0,001	0,497

<sup>a</sup>EPM = erro padrão da média.

<sup>b</sup>Significancia em  $P < 0,05$ .

As atividades mastigatórias Nº/bolo ( $P = 0,161$ ), Seg./bolo ( $P = 0,602$ ), não foram influenciadas pelos níveis de óleo de palmiste. No entanto, a atividade mastigatória min./dia aumentou quadraticamente ( $P < 0,001$ ), já o tempo de mastigação em min./kg MS ( $P < 0,001$ ) e min./kg FDN ( $P < 0,001$ ) aumentou linearmente com a inclusão de óleo de palmiste.

A distribuição de partículas em 19.0 mm ( $P < 0,001$ ), 8.0 mm ( $P = 0,003$ ), bem como o  $PEF_{1,18}$  ( $P < 0,001$ ) e teor de  $peFDN_{1,18}$  ( $P < 0,001$ ) reduziram linearmente. Por outro lado, as partículas retidas na peneira de 1.18 mm ( $P < 0,001$ ) e na base ( $P < 0,001$ ) aumentaram linearmente nos resíduos presentes no cocho 12 horas após o fornecimento da ração (Tabela 5).

Comportamento semelhante foi observado nos resíduos presentes no cocho 24 horas após o fornecimento da ração, as partículas em 19.0 mm ( $P < 0,001$ ), o  $PEF_{1,18}$  ( $P = 0,006$ ) e teor de  $peFDN_{1,18}$  ( $P < 0,001$ ) reduziram linearmente. Já as partículas retidas na peneira de 1.18 mm ( $P < 0,001$ ) e na base ( $P = 0,004$ ) aumentaram linearmente. No entanto, não houve efeito da inclusão do óleo de palmiste sobre a distribuição das

partículas em 8.0 mm ( $P = 0,095$ ) nos resíduos presentes no cocho 24 horas após o fornecimento da ração (Tabela 5).

**TABELA 5.** Distribuição de partículas, fator de efetividade física ( $PEF_{1,18}$ ) e teor de fibra fisicamente efetiva ( $FDN_{FE1,18}$ ) do resíduo presente no cocho 12 horas após a primeira oferta e das sobras de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste

Variáveis	Níveis de Óleo de Palmiste				EPM <sup>a</sup>	P-valor <sup>b</sup>	
	(g/kg MS)					Lin	Quad
	0,0	11,5	23,0	34,6			
<b>Seleção da ração (sobras 12 h após a oferta)</b>							
19.0 mm	529	522	192	113	7,58	<0,001	0,633
8.0 mm	86,0	69,0	54,0	27,0	1,34	0,003	0,673
1.18 mm	255	281	484	508	4,29	<0,001	0,994
Base	130	128	270	352	3,85	<0,001	0,290
$PEF_{1,18}^c$	870	872	730	684	3,85	<0,001	0,290
$peFDN_{1,18}^d$	647	634	333	155	2,18	<0,001	0,100
<b>Seleção da ração (sobras 24 h após a oferta)</b>							
19.0 mm	540	556	244	130	9,49	0,001	0,535
8.0 mm	80,0	47,0	68,0	26,0	2,09	0,095	0,943
1.18 mm	220	226	391	440	4,54	<0,001	0,556
Base	160	171	297	404	6,05	0,004	0,401
$PEF_{1,18}^c$	849	829	706	618	6,23	0,006	0,589
$peFDN_{1,18}^d$	639	598	322	148	3,72	<0,001	0,081

<sup>a</sup>EPM = erro padrão da média.

<sup>b</sup>Significância em  $P < 0,05$ .

<sup>c</sup>Fator de efetividade física.

<sup>d</sup>Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva.

### Parâmetros ruminais

Não houve efeito da inclusão do óleo de palmiste na concentração de amônia ( $P = 0,104$ ), pH ( $P = 0,598$ ) e nos ácidos graxos cadeia curta ( $P = 0,211$ ). No entanto, as concentrações molares de acetato ( $P = 0,003$ ), butirato ( $P = 0,003$ ) e a relação acetato:propionato ( $P < 0,001$ ) apresentaram efeito linear decrescente, bem como a contagem de protozoários ( $P < 0,001$ ). Por outro lado, a concentração molar do

propionato aumentou lineamente ( $P = 0,004$ ), no líquido ruminal quatro horas após a alimentação (Tabela 6).

**TABELA 6.** Concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), valores de pH ruminal, concentração em  $\mu\text{mol/mL}$  de ácidos graxos cadeia curta (AGCC), razão molar acetato/propionato (C2:C3) e quantidade de protozoários do líquido ruminal de tourinhos 4 horas após o fornecimento das dietas contendo níveis de óleo de palmiste

Variáveis	Níveis de Óleo de Palmiste (g/kg MS)				EPM <sup>a</sup>	P-valor <sup>b</sup>	
	0,0	11,5	23,0	34,6		Lin	Quad
N-NH <sub>3</sub> mg/dL	18,5	19,4	16,2	14,1	2,77	0,104	0,488
pH	6,59	6,33	6,44	6,48	0,09	0,598	0,125
AGCC $\mu\text{mol/mL}$	53,4	53,6	51,4	49,2	3,13	0,211	0,630
Acetato $\mu\text{mol/mL}$	33,6	30,8	26,6	27,0	1,76	0,003	0,299
Propionato $\mu\text{mol/mL}$	9,35	12,3	16,2	17,1	2,14	0,004	0,580
Butirato $\mu\text{mol/mL}$	7,32	6,24	5,22	4,12	0,80	0,003	0,992
C2:C3 <sup>c</sup> $\mu\text{mol/mL}$	3,59	2,50	1,64	1,58	0,39	<0,001	0,265
Protozoários ( $\times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ )	5,61	4,16	2,57	1,74	1,32	<0,001	0,345

<sup>a</sup>EPM = erro padrão da média.

<sup>b</sup>Significância em  $P < 0,05$ .

<sup>c</sup>Relação acetato:propionato.

### Balço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana

As variáveis, nitrogênio na urina, nitrogênio nas fezes e o nitrogênio retido apresentaram efeito ( $P < 0,001$ ) linear decrescente acompanhando o consumo de nitrogênio ( $P < 0,001$ ). Dá mesma maneira a produção de proteína microbiana g/dia reduziu linearmente ( $P < 0,001$ ). Entretanto, para a eficiência de produção em g/kg NDT consumido não foi influenciado ( $P = 0,807$ ) entre os tratamentos (Tabela 7).

**TABELA 7.** Balanço de nitrogênio (N) e síntese de proteína microbiana de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste

Variáveis	Níveis de Óleo de Palmiste (g/kg MS)				EPM <sup>a</sup>	P-valor <sup>b</sup>	
	0,0	11,5	23,0	34,6		Lin	Quad
<b>Balanço de Nitrogênio</b>							
N consumido, g/dia	264	256	186	118	7,19	<0,001	0,604
N fecal, g/dia	66,2	66,1	56,4	45,9	4,64	<0,001	0,200
N urinário, g/dia	50,2	50,1	35,8	24,4	3,25	<0,001	0,100
N retido, g/dia	148	140	93,8	47,7	9,86	<0,001	0,074
<b>Proteína Microbiana</b>							
Produção, g/dia	790	752	550	347	6,30	<0,001	0,099
Eficiência, g PB/kg NDT	108	102	113	100	9,91	0,807	0,754

<sup>a</sup>EPM = erro padrão da média.

<sup>b</sup>Significancia em  $P < 0,05$ .

## DISCUSSÃO

### Consumo, digestibilidade de nutrientes, desempenho e características da carcaça

A inclusão do óleo de palmiste afetou diretamente a ingestão de nutrientes, com redução linear do consumo de matéria seca. As explicações para este efeito deletério podem ser desde um efeito relacionado à aceitabilidade das dietas pelos animais, pois os níveis de óleo de palmiste influenciaram o aumento da seletividade, conforme relatados por Klop et al. (2017). Como também efeitos antibacterianos e anti-protozoários (ZHOU et al., 2013; KANG et al., 2017), os quais também irão afetar a fermentação no rúmen podendo ocorrer uma redução na digestibilidade da fibra, ocasionando uma redução no consumo.

A redução no consumo de proteína pode ser explicada pelo decréscimo no consumo da MS, pois as dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas. O consumo máximo de EE no nível 15,36 g/kg da MS é em razão do aumento gradativo do óleo de palmiste na dieta, mesmo com a menor ingestão de MS. Já a redução do

consumo de FDNcp, juntamente com a redução do consumo de CNF e NDT acompanhou o consumo de matéria seca.

A redução da digestibilidade da MS, NDT e principalmente do FDNcp, com a inclusão do óleo de palmiste, pode ser explicada pela possível redução da população de bactérias degradadoras de fibras e pela defaunação do ambiente ruminal, associados à menor atividade das enzimas celulolíticas, pois o óleo de palmiste é nocivo aos microrganismos ruminais, por possuir um perfil de ácidos graxos saturados e de cadeia média, sendo sua maior concentração de ácido láurico (46,6%). O ácido láurico tem ação na desestabilização da membrana celular, interferindo no metabolismo de energia e no transporte de nutrientes, além, de possuir propriedades anti-protozoárias que afetam a digestão da fibra (HRISTOV et al., 2011; KANG et al., 2017). Outro fator que também explica a redução da digestibilidade da fibra e da MS é mecanismo físico de recobrimento da fibra com os lipídios oriundos do óleo de palmiste, dificultando a adesão da bactéria e a digestibilidade do alimento (OLIVEIRA et al., 2015).

A ingestão de PB e NDT têm relação direta com o desempenho animal (DETMANN et al., 2014; SILVA et al., 2016), como houve uma redução no consumo, esse comportamento refletiu em um menor ganho médio diário, peso final, rendimento de carcaça, área de olho de lombo e espessura de gordura, com o aumento dos níveis de óleo de palmiste. No entanto, o peso final e o de carcaça quente atende as demandas de mercado, pois os tourinhos jovens precisam apresentar peso mínimo de carcaça maior que 230 kg, e o peso corporal maior que 450 kg, para que as carcaças não sejam penalizadas (CORREIA et al., 2016). Nesse estudo foi observada média de 505 kg de peso corporal e 271 kg de peso de carcaça quente.

A inclusão do óleo de palmiste reduziu o índice de área de olho de lombo e a espessura de gordura das carcaças dos animais, com valores médios de 64,9 cm<sup>2</sup> e 4,79 mm, respectivamente. Os índices ideais para a espessura de gordura é entre 6 e 10 mm, valores inferiores a 3 mm compromete a qualidade da carne dos animais, devido ao encurtamento das fibras musculares pelo frio (SALEEM e MAJEED, 2014). Apesar da redução da espessura de gordura nas carcaças dos animais, os valores médios ficaram entre a faixa que não compromete a qualidade da carne dos animais estudados.



### **Comportamento ingestivo e seleção de alimentos**

A redução no consumo de MS proporcionada pela inclusão do óleo de palmiste não influenciou o tempo de alimentação, os animais passaram mais tempo no cocho, não propriamente ingerindo o alimento, mas selecionando o mesmo durante as refeições. Assim, o comportamento exercido para selecionar o alimento no cocho foi computado como tempo gasto em ingestão de alimento, contribuindo para que o tempo gasto em alimentação não tenha sido alterado.

A redução das eficiências de alimentação e ruminação (tanto da MS quanto do FDN), observadas com a inclusão do óleo de palmiste. Ocorreu devido ao a redução da aceitabilidade da dieta pelos animais, reduzindo a ingestão de MS, os níveis de óleo de palmiste presentes nas dietas influenciaram no aumento da seletividade dos animais.

A maior presença de partículas no fundo das peneiras (base), nas dietas com óleo de palmiste indica atividade seletiva dos animais. O óleo de palmiste foi homogeneizado aos alimentos concentrados, por isso são os ingredientes de menor tamanho de partícula. Assim, a redução da aceitabilidade concentra-se nas partículas menores, o que, provavelmente causou um maior tempo de seleção para partículas maiores, sendo preferido volumoso ao invés do concentrado e, portanto, exigiu mais tempo de alimentação e mastigação (min / kg MS).

A seleção de partículas implicou em maior ingestão de partículas maiores, que, neste caso, incluíam partículas específicas de feno, e por isso, estimulou uma maior atividade mastigatória (min / kg FDN) (MERTENS, 1997; OH et al., 2016). Portanto a redução da eficiência alimentar de MS e FDN (kg / h) observada nas dietas com óleo de palmiste está relacionada ao maior tempo despendido com alimentação em decorrência das atividades seletivas dos animais.

### **Parâmetros ruminais**

O desenvolvimento dos microrganismos no rúmen está intrinsecamente ligado à qualidade e quantidade da forragem juntamente com nitrogênio não protéico. A concentração mínima de N-NH<sub>3</sub> no rúmen para manter a atividade microbiana é de 5 mg/dL (NRC 1996), Já Detmann et al. (2014) relataram que o N-NH<sub>3</sub> no rúmen deve ser mantida próximo a 15 mg/dL, para que ocorra uma maximização da degradação dos componentes fibrosos da dieta, neste estudo a adição do óleo de palmiste não alterou a concentração de N-NH<sub>3</sub> no rúmen, mantendo os valores médios de 17 mg/dL,

possivelmente, neste estudo, a redução da digestibilidade da fibra não se relacionou com a concentração de nitrogênio no rúmen.

O pH ruminal não diferiu estatisticamente com os níveis de óleo de palmiste e a média geral foram semelhantes entre os tratamentos sendo que os valores foram bastante estáveis dentro dos intervalos normais relatados como níveis ótimos (pH 6,0 e 7,0) para crescimento microbiano (VAN SOEST, 1994). É importante notar que o pH ruminal não foi inferior a 6,0 em nenhum dos tratamentos, o que pode deprimir a digestibilidade da fibra no rúmen (MOULD et al., 1983).

Os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) são produtos da fermentação microbiana ruminal de carboidratos, em que representa a principal fonte de energia para animais ruminantes, sendo os principais, acetato, propionato e butirato. Com a inclusão do óleo de palmiste nas dietas, a proporção molar de propionato aumentou linearmente, esse aumento se deve à redução dos protozoários e, conseqüentemente à diminuição da competição por carboidratos não fibrosos. Por outro lado, houve uma redução na proporção molar de acetato e butirato, esses resultados podem ser explicados, pelo efeito adverso do ácido láurico presente no óleo de palmiste sobre os microrganismos que degradam as fibras (PATRA e YU, 2013).

Os ácidos graxos de cadeia média como o ácido láurico podem ser adsorvidos aos microrganismos ou nas partículas de ração no rúmen (PATRA e YU, 2013). Uma vez que as moléculas de ácido láurico se dissolvem na camada lipídica da membrana celular, elas podem causar a desestabilização da membrana, com alterações em sua permeabilidade e fluidez (KOZLOSKI, 2016), levando à diminuição na população das bactérias gram-positivas, afetando principalmente as celulolíticas e os protozoários ciliados.

A sensibilidade microbiana é determinada pelas estruturas da sua parede celular, portanto, protozoários ciliados e bactérias gram-positivos são mais afetados do que bactérias gram-negativas (HOVORKOVÁ et al., 2018). Portanto, os microrganismos não inibidos determinam a extensão dos processos de produção e utilização de hidrogênio no rúmen (YANZA et al., 2020), como a produção de acetato e butirato é predominante durante a fermentação de carboidratos fibrosos, e os microrganismos que degradam as fibras estão entre os mais sensíveis ao óleo de palmiste. Isso pode explicar

as alterações nas proporções molares do acetato, propionato e butirato e da relação acetato:propionato.

O fato da inclusão do óleo de palmiste nas dietas experimentais ter reduzido os números de protozoários no fluido ruminal, como dito anteriormente também explica a redução na proporção molar de acetato e butirato, esses resultados podem ser atribuídos à inibição direta a atividades de protozoários ruminais, da mesma forma o aumento no propionato pode ser justificado pelo efeito da defaunação ruminal, pois ocorreu uma diminuição na competição por carboidratos não fibrosos. Estudos indicam que a defaunação resulta em uma redução na proporção molar de acetato e butirato, e um aumento de propionato no fluido ruminal (FACIOLA e BRODERICK, 2014; EUGÈNE et al., 2004).

Yanza et al. (2020) em uma meta-análise sobre os efeitos dos ácidos graxos de cadeia média da dieta na metanogênese e fermentação ruminal *in vitro* e *in vivo* relatou que as populações de protozoários responderam negativamente de maneira linear a adição de ácido láurico tanto em experimento *in vitro* como *in vivo*, corroborando com resultado desta pesquisa.

Apesar dos animais selecionarem a parte fibrosa da ração, a mesma foi menos digestível, portanto, a redução da relação acetato:propionato é em decorrência da redução da digestão da fibra.

### **Balanco de nitrogênio e síntese de proteína microbiana**

Com a inclusão do óleo de palmiste o consumo de nitrogênio reduziu. Isto ocorreu devido à diminuição no consumo de PB, o que possivelmente contribuiu para as reduções no N excretado. A inclusão do óleo de palmiste ocasionou diminuição de 32,9% na excreção de N na urina dos animais, e essa redução é desejável, visto que, este é o nutriente oneroso na dieta dos animais e para ser excretado há gasto energético, devido ao processo de deaminação que ocorre no fígado (YANG et al., 2016). O excesso de nitrogênio excretado é parâmetro de desequilíbrio na relação proteína-energia da dieta (ROCHA et al., 2016). Além disso, Van Soest (1994) relata que uma baixa ingestão de N leva à redução da excreção de ureia na urina, devido uma maior reciclagem pelo animal para manter o controle homeostático fisiológico.

A síntese de proteína microbiana depende da disponibilidade de carboidratos e nitrogênio no rúmen (NRC, 2001), a inclusão do óleo de palmiste, reduziu a energia disponível no rúmen para a síntese de proteínas microbianas, uma vez que a gordura não é fonte de energia utilizada por microrganismos (VISONÁ-OLIVEIRA et al., 2015).

## **CONCLUSÃO**

A inclusão de óleo de palmiste em até 34,6 g/kg de MS em dietas de tourinhos confinados não é recomendada, pois reduz o consumo de MS e dos nutrientes, além de afetar negativamente a digestibilidade e desempenho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. Official methods of analysis. 19th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Gaithersburg, MD, USA, 2012.
- BARBOSA, A. M.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Efeito do período de coleta de urina, dos níveis de concentrado e de fontes protéicas sobre a excreção de creatinina, de uréia e de derivados de purina e a produção microbiana em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 870-877, 2006.
- BARBOSA, A. M.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S.; DETMANN, E.; LEÃO, M. I. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 89 p. 510-519, 2011.
- BOARI, A. J.; GOMES JUNIOR, R. A.; TINÔCO, R. S.; PINA, A. J. DE A. Anel-vermelho da palma de óleo. **Embrapa Amazônia Oriental**. n. 425, p. 11-52, 2016.
- BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Ingestive behavior in Holstein calves fed diets with different concentrate levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.236-242, 2000.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. Bucksburnd: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit, 21p. (Occasional publication), 1992.
- CORREIA, B.R.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVEIRA, R.L.; PIRES, A.J.V.; RIBEIRO, O.L.; SILVA, R.R.; LEÃO, A.G.; SIMIONATO, J.I.; CARVALHO, B.M.A. Production and quality of beef from young bulls fed diets supplemented with peanut cake. **Meat Science**, v.118, p.157-163, 2016.
- DEHORITY, B.A. Evaluation of sub sampling and fixation procedures used for counting rumen ciliate protozoa. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 48, p.182-185, 1984.

DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BATISTA, E.D.; HUHTANEN, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v.162, p.141-153, 2014.

EUGÈNE, M., H.; ARCHIMÈDE, D.; SAUVANT. Quantitative metaanalysis on the effects of defaunation of the rumen on growth, intake and digestion in ruminants. **Livestock Production Science**. v. 85 p. 8581–8597, 2004.

FACIOLA, A. P.; BRODERICK, G, A. Effects of feeding lauric acid or coconut oil on ruminal protozoa numbers, fermentation pattern, digestion, omasal nutrient flow, and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 97, p. 5088-5100, 2014.

HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, p.A-25 (Bulletin, 339). 2000.

HOVORKOVÁ, P.; LALOUČKOVÁ, K.; SKŘIVANOVÁ, E. Determination of in vitro antibacterial activity of plant oils containing medium-chain fatty acids against gram-positive pathogenic and gut commensal bacteria. **Czech Journal of Animal Science**, v.63, p.119–125, 2018.

HRISTOV, A. N. C.; LEE, T.; CASSIDY, M.; LONG, K.; HEYLER, B.; CORL, R. FORSTER. Effects of lauric and myristic acids on ruminal fermentation, production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94 p. 382–395, 2011.

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, p. 933–944, 1991.

JOUANY, J. P. Effect of rumen protozoa on nitrogen utilization by ruminants. **Journal of Nutrition**. v. 126, p.1335–1346, 1996.

KANG, S.; WANAPAT, M.; PHESATCHA, K.; NORRAPOKE, T.; FOIKLANG, S.; AMPAPON, T.; PHESATCHA, B. Using krabok (*Irvingia malayana*) seed oil and *Flemingia macrophylla* leaf meal as a rumen enhancer in an in vitro gas production system. **Animal Production Science**, v. 57, p. 327–333, 2017.

KLOP, G., J. DIJKSTRA, K. DIEHO, W. H. HENDRICKS, A. BANNINK. Enteric methane production in lactating dairy cows with continuous feeding of essential oils or rotational feeding of essential oils and lauric acid. **Journal of Dairy Science**, v. 100 p. 3563–3575, 2017.

KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, A. J.; BUCKMASTER, D. R. Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. **Journal of dairy science**, v. 86, p. 1858-1863, 2003.

KOZLOSKI, G V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 3. ed. Santa Maria, RS: UFSM, 2016. 216 p.

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

LIMA, L. S.; OLIVEIRA, R. L.; GARCEZ NETO, A. F.; BAGALDO, A. R.; ABREU, C. L.; SILVA, T. M.; CARVALHO. S. T.; BEZERRA, L. R. Licury oil supplements for lactating cows on pasture. **Journal of Animal Science**, v. 95, p. 617-624, 2015.

MAPA – Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento – Portaria n° 3, de 17 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário para animais de açougue**. Diário Oficial da União.

MERTENS DR. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 463–1481, 1997.

MORAIS, J. S.; BEZERRA, L. R.; SILVA, A. M. A.; ARAÚJO, M. J.; OLIVEIRA, R. L.; EDVAN, R. L.; TORREÃO, J. N. C.; LANNA, D. P. D. Production, composition, fatty acid profile and sensory analysis of goat milk in goats fed buriti oil. **Journal of Animal Science**, v. 95, p. 395–406, 2017.

MOULD, F. L.; ØRSKOV, E. R.; MANN, S. O. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of rumen fluid pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. **Animal Feed Science Technology**, v.10, p.15-30, 1983.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of beef cattle. 7ed. **National Academy of Science**, Waschington, D. C. 348p, 2000.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of beef cattle. 7 ed. **National Academy of Science**, Washington, D.C. 1996.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle 7.ed.rev. **National Academy of Science**, Washington, D. C, 381p. 2001.

OH, M.R.; HONG, H.; LI, H.L.; JEON, B.T.; CHOI, C.H.; DING, Y.L.; TANG, Y.J.; KIM, E.K.; JANG, S.Y.; SEONG, H.J.; MOON, S.H. Effects of Physically Effective Neutral Detergent Fiber Content on Intake, Digestibility, and Chewing Activity in Fattening Heifer Fed Total Mixed Ration. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v.29, p.1719-1724, 2016.

OLIVEIRA, R. L.; FARIA, M. M. S.; SILVA, R.; BEZERRA, L. R.; CARVALHO, G. G. P, PINHEIRO, A.; SIMIONATO, J.; LEÃO, A. G. Fatty acid profile of milk and cheese from dairy cows supplemented a diet with palm kernel cake. **Molecules**, v. 20, p.15434–15448, 2015.

PATRA, A. K. The effect of dietary fats on methane emissions, and its other effects on digestibility, rumen fermentation and lactation performance in cattle: A meta-analysis. **Livestock Science**, v. 155, p. 244– 254, 2013.

ROCHA, T.C.; FONTES, C.A.A.; SILVA, R.T.S.; PROCESSI, E.F.; VALLE, F.R.A.F.; LOMBARDI, C.T.; OLIVEIRA, R.L.; BEZERRA, L.R. Performance, nitrogen balance and microbial efficiency of beef cattle under concentrate supplementation strategies in intensive management of a tropical pasture. **Tropical Animal Health Production**, v. 48, p. 673-681, 2016.

SALEEM, M.U.; MAJEED, K.A. Chilling systems and effect of temperature on tenderness and appearance of meat post slaughter: A Review. **International Journal of Advanced Research**, v.2, n.9, p.129-135, 2014.

SAS Institute.SAS Systems for Windows, Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 2003.

SILVA, L.D.; PEREIRA, O.G.; SILVA, T.C.; VALADARES FILHO, S.C.; RIBEIRO, K.G. Effects of silage crop and dietary crude protein levels on digestibility, ruminal fermentation, nitrogen use efficiency, and performance of finishing beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.220, p.22-33, 2016.



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

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of dairy science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VISONÁ-OLIVEIRA, M.; FERREIRA, I. C.; MACEDO JUNIOR, G. L.; SOUSA, L. F.; DE SOUSA, J. T. L.; DOS SANTOS, R. P. Nutrients intake and digestibility of palm kernel cake in sheep diet. **Ciencia Animal Brasileira**, v.16, p.179–192, 2015.

YANG, K.; WEI, C.; ZHAO, G.; XU, Z.; LIN, S. Dietary supplementation of tannic acid modulates nitrogen excretion pattern and urinary nitrogenous constituents of beef cattle. **Livestock Science**, v.191, p.148-152, 2016.

YANG, W. Z.; BEAUCHEMIN, K. A. Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: Chewing and ruminal pH. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 2826-2838, 2007.

YANZA, Y. R.; SZUMACHER-STRABEL, M.; JAYANEGARA, A.; KASENTA, A. M.; GAO, M., HUANG, H.; CIEŚLAK, A. The effects of dietary medium-chain fatty acids on ruminal methanogenesis and fermentation in vitro and in vivo: A meta-analysis. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 01, p. 1-16 2020.

ZHOU, X.; Meile, L.; Kreuzer, M.; Zeitz, J, O. The effect of saturated fatty acids on methanogenesis and cell viability of *Methanobrevibacter ruminantium*. **Archaea**, p. 9, 2013.

## **CAPÍTULO 2**

---

Características nutricionais, físico-química e sensorial da carne de tourinhos alimentados com dietas contendo óleo de palmiste

## Características nutricionais, físico-química e sensorial da carne de tourinhos alimentados com dietas contendo óleo de palmiste

**Resumo:** Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão do óleo de palmiste na dieta de tourinhos Nelores em terminação, sobre a composição físico-química, perfil de ácidos graxos e atributos sensoriais da carne. Foram utilizados trinta e dois tourinhos Nelores, com idade média de vinte quatro meses e peso corporal médio de  $413 \pm 29,0$  kg, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. As dietas foram constituídas por níveis de 0,0; 11,5; 23,0 e 34,6 g/kg MS de inclusão de óleo de palmiste. A inclusão de óleo de palmiste não influenciou o percentual de umidade ( $P = 0,114$ ), nem as concentrações de proteína bruta ( $P = 0,564$ ), lipídeos totais ( $P = 0,573$ ), minerais ( $P = 0,270$ ) e colágenos ( $P = 0,198$ ). Do mesmo modo, não verificou efeito da inclusão do óleo de palmiste sobre os valores pH ( $P = 0,661$ ), luminosidade ( $P = 0,579$ ), índice a\* ( $P = 0,756$ ), índice b\* ( $P = 0,126$ ), chroma ( $P = 0,398$ ), capacidade de retenção de água ( $P = 0,804$ ), perda por cocção ( $P = 0,572$ ) e força de cisalhamento ( $P = 0,599$ ). Houve um aumento linear no conteúdo de ácido láurico (C12:0) ( $P < 0,001$ ) e ácido mirístico (C14:0) ( $P < 0,001$ ), na carne dos novilhos. No entanto, ácido palmítico (C16:0) ( $P = 0,854$ ) e oléico (C18:0) ( $P = 0,357$ ), não foram afetados. Houve uma redução linear ( $P = 0,008$ ) no conteúdo do ácido oléico (C18:1 *cis*-9). Já o ácido vacênico (C18:1 *trans*-11) ( $P = 0,155$ ) e o ácido linoléico conjugado (CLA) ( $P = 0,393$ ), não foram afetados. Bem como o  $\Sigma$  n-6 ( $P = 0,255$ ),  $\Sigma$  n-3 ( $P = 0,239$ ) a relação n-6/n-3 ( $P = 0,976$ ), a relação h/H ( $P = 0,176$ ), e o índice de trombogenicidade (IT) ( $P = 0,998$ ). Entretanto, o índice de aterogenicidade (IA) ( $P = 0,047$ ) aumentou linearmente. Por outro lado, a atividade da elongase reduziu linearmente ( $P = 0,028$ ) com a adição de óleo de palmiste nas dietas. Não foi verificado efeito da inclusão do óleo de palmiste sobre o sabor da carne ( $P = 0,517$ ), percepção de maciez ( $P = 0,527$ ), suculência ( $P = 0,460$ ) e aceitação global ( $P = 0,578$ ). A inclusão de óleo de palmiste em até 34,6 g/kg de MS pode ser utilizada quando o objetivo for à qualidade da carne, pois não altera a composição centesimal, as características físico-químicas e a sensorial, as alterações observadas na qualidade nutritiva da carne não são prejudiciais à saúde do consumidor.

**Palavras-chave:** Ácido láurico, lipídios, nutrição animal, ruminantes,

## **Nutritional, physical-chemical and sensory characteristics of the meat of bulls fed diets containing palm kernel oil**

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the effects of the inclusion of palm kernel oil in the diet of finishing Nellores bulls, on the physical-chemical composition, fatty acid profile and sensory attributes of the meat. Thirty-two Nellore bulls were used, with an average age of twenty four months and an average body weight of  $413 \pm 29.0$  kg, distributed in a completely randomized experimental design. The diets consisted of levels of 0,0; 11.5; 23.0 and 34.6 g/kg MS of palm kernel oil inclusion. The inclusion of palm kernel oil did not influence the moisture percentage ( $P = 0.114$ ), nor the concentrations of crude protein ( $P = 0.564$ ), total lipids ( $P = 0.573$ ), minerals ( $P = 0.270$ ) and collagen ( $P = 0.198$ ). Likewise, there was no effect of including palm kernel oil on pH ( $P = 0.661$ ), luminosity ( $P = 0.579$ ), a \* index ( $P = 0.756$ ), b \* index ( $P = 0.126$ ), chroma ( $P = 0.398$ ), water holding capacity ( $P = 0.804$ ), cooking loss ( $P = 0.572$ ) and shear force ( $P = 0.599$ ). There was a linear increase in the content of lauric acid (C12: 0) ( $P < 0.001$ ) and myristic acid (C14: 0) ( $P < 0.001$ ), in the meat of the steers. However, palmitic acid (C16: 0) ( $P = 0.854$ ) and oleic acid (C18: 0) ( $P = 0.357$ ) were not affected. There was a linear reduction ( $P = 0.008$ ) in the oleic acid content (C18: 1 cis-9). Vaccinic acid (C18: 1 trans-11) ( $P = 0.155$ ) and conjugated linoleic acid (CLA) ( $P = 0.393$ ) were not affected. As well as  $\Sigma$  n-6 ( $P = 0.255$ ),  $\Sigma$  n-3 ( $P = 0.239$ ), the n-6 / n-3 ratio ( $P = 0.976$ ), the h / H ratio ( $P = 0.176$ ), and the thrombogenicity index (IT) ( $P = 0.998$ ). However, the atherogenicity index (IA) ( $P = 0.047$ ) increased linearly. On the other hand, elongase activity decreased linearly ( $P = 0.028$ ) with the addition of palm kernel oil to the diets. There was no effect of the inclusion of palm kernel oil on meat flavor ( $P = 0.517$ ), perception of tenderness ( $P = 0.527$ ), juiciness ( $P = 0.460$ ) and global acceptance ( $P = 0.578$ ). The inclusion of palm kernel oil up to 34.6 g / kg DM can be used when the objective is meat quality, as it does not alter the proximate composition, the physical-chemical and sensory characteristics and the changes observed in the nutritional quality of meat are not harmful to the health of the consumer

**Keywords:** animal nutrition, lauric acid, lipids, ruminants

## INTRODUÇÃO

A utilização de suplementação lipídica, através de óleos vegetais em dietas para ruminantes é justificada pela sua alta densidade energética (SANTANA et al., 2015). Os ácidos graxos também podem ser usados para manipular a fermentação ruminal, através da inibição da atividade de alguns microrganismos, como o óleo de palmiste que exerce efeito antimicrobiano (HRISTOV et al., 2011) promovendo alterações na digestão e absorção dos nutrientes (MORAIS et al., 2017).

O óleo de palmiste é extraído do fruto do dendezeiro (*Elaeis guineenses*), uma planta de origem africana. No Brasil, o cultivo do dendezeiro é favorecido pelo clima tropical presente em algumas regiões do país, como as Regiões Norte e Nordeste, além de condições favoráveis dos solos (BOARI et al., 2016).

O óleo de palmiste é nocivo aos microrganismos ruminais, por possuir um perfil de ácidos graxos de cadeia média e saturados, sendo as maiores concentrações de ácido láurico (46,6%) e ácido mirístico (16,0%). O ácido láurico tem ação na desestabilização da membrana celular, interferindo no metabolismo de energia e no transporte de nutrientes, levando à morte das células microbianas como bactérias celulolíticas e protozoários ciliados (HRISTOV et al., 2011).

A redução na população de microrganismos no ambiente ruminal pode interromper algumas etapas específicas da biohidrogenação, promovendo uma maior passagem de ácidos graxos insaturados para o intestino delgado do animal e estes poderão ser absorvidos e depositados nos músculos (MEDEIROS et al., 2015).

Essa alteração no perfil de ácidos graxos depositado na carne é benéfica a saúde humana, por favorecer a formação de ácidos graxos essenciais, como o ácido linoleico conjugado (CLA), devido as suas propriedades nutracêuticas, tais como efeitos anticarcinogênico, antiadipogênico e anti-inflamatórios (PATRA, 2014).

Além disso, a ingestão de dietas com óleo de palmiste pode exercer influência direta sobre qualidade da carne e os produtos cárneos, alterando as características nutricionais e físico-químicas (ARAÚJO et al., 2020). Por isso, avaliar tais características quando se faz o uso de óleos com perfil de ácido graxo de cadeia média e saturados é importante para garantir qualidade do produto que será fornecido ao mercado consumidor.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi testar a hipótese de que a inclusão de óleo de palmiste na dieta de tourinhos modifique o perfil de ácidos graxos com aumento nas concentrações de CLA e melhore a qualidade e os atributos sensoriais da carne.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Comitê de ética

O experimento foi conduzido de acordo com o protocolo para uso de animais em ensino e/ou pesquisa sob autorização da comissão de ética no uso de animais – CEUA da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, Protocolo 01/2015.

### Local, animais, tratamento e delineamento experimental

O estudo foi conduzido no confinamento experimental na fazenda de São Gonçalo dos Campos – Bahia, pertencente à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal da Bahia. Foram utilizados trinta e dois tourinhos Nelores ( $413 \pm 29,0$  kg) com vinte quatro meses de idade, distribuídos individualmente em baias parcialmente cobertas ( $2,0 \times 4,0$  m<sup>2</sup>) com piso de concreto, comedouros e bebedouros. O experimento foi conduzido durante um período de cento e cinco dias, sendo os quinze primeiros de adaptação às instalações, manejo e dietas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (quatro níveis de óleo de palmiste e oito repetições) e 0,0; 11,5; 23,0 e 34,6 g/kg de inclusão de óleo de palmiste com base na matéria seca (MS) da dieta constituíram os tratamentos.

### Dietas e composição química

As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do National Research Council (NRC, 2000) e continham 124 g PB/kg de matéria seca (MS), para atender às exigências nutricionais dos animais para ganho médio diário estimado de 1500 g/dia. As dietas foram ofertadas duas vezes ao dia, às 8 horas e às 16 horas, na forma de ração mista total (TMR) com uma relação forragem e concentrado (400: 600 g / kg de MS), a água foi fornecida *ad libitum*.

Os ingredientes utilizados foram: feno de Tifton-85 (*Cynodon sp*), grão de milho moído, farelo de soja, premix mineral, mistura de ureia+sulfato de amônio (9:1) e óleo de palmiste. Amostras dos ingredientes e dietas formuladas foram coletadas e submetidas separadamente à análise química (Tabelas 1 e 2) com amostras em triplicata.

**TABELA 1.** Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Itens	Feno de Tifton 85	Milho Moído	Farelo de Soja	Óleo de Palmiste
Matéria Seca, g/kg MN	901	904	869	992
Matéria Mineral, g/kg MS	68,7	12,9	68,2	
Matéria Orgânica, g/kg MS	931	987	932	
Proteína Bruta, g/kg MS	70,5	75,8	485	
<sup>a</sup> PIDN g/kg PB	138	140	120	
<sup>b</sup> PIDA, g/kg PB	118	41,5	27,3	
Extrato Etéreo, g/kg MS	10,0	52,0	12,6	994
<sup>c</sup> FDNcp, g/kg MS	713	135	154	
FDA, g/kg MS	245	17,4	70,6	
CNF, g/kg MS	138	724	294	
Hemicelulose, g/kg MS	468	118	83,4	
Celulose, g/kg MS	188	10,6	62,3	
Lignina, g/kg MS	56,7	6,80	8,30	

<sup>a</sup> Proteína insolúvel em detergente neutro.

<sup>b</sup> Proteína insolúvel em detergente ácido.

<sup>c</sup> Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

**TABELA 2.** Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Itens	Níveis de Óleo de Palmiste (g/kg MS)			
	0,0	11,5	23,0	34,6
<b>Proporção dos ingredientes das dietas experimentais</b>				
Milho Moído	544	530,7	517,4	504
Farelo de Soja	26,0	27,8	29,6	31,4
Óleo de Palmiste	0,00	11,5	23,0	34,6
<sup>a</sup> Premix Mineral	15,0	15,0	15,0	15,0
<sup>b</sup> Ureia+Sulfato de Amônio	15,0	15,0	15,0	15,0
Feno	400	400	400	400
<b>Composição química das dietas experimentais</b>				
Matéria Seca, g/kg MN	905	906	907	908
Matéria Mineral, g/kg MS	66,3	66,2	66,2	66,1
Matéria Orgânica, g/kg MS	934	934	934	934
Proteína Bruta, g/kg MS	124	124	124	124
<sup>c</sup> PIDN g/kg PB	231	230	228	226
<sup>d</sup> PIDA, g/kg PB	7,05	7,00	6,95	6,90
Extrato Etéreo, g/kg MS	32,6	43,4	54,1	65,0
<sup>e</sup> FDNcp, g/kg MS	363	361	359	358
FDA, g/kg MS	109	109	109	109



Carboidrato não fibroso, g/kg MS	441	432	423	414
Hemicelulose, g/kg MS	254	252	250	249
Celulose, g/kg MS	82,8	82,8	82,7	82,7
Lignina, g/kg MS	26,6	26,5	26,4	26,4
<b>Ácidos graxos (g/100 g AGME<sup>f</sup>)</b>				
C12:0	1,52	16,5	28,5	36,0
C14:0	0,60	5,82	10,7	13,0
C16:0	18,1	15,4	12,6	11,4
C18:0	2,38	2,30	3,28	3,23
C16:1 <i>cis</i> -9	0,19	0,13	0,16	0,05
C18:1 <i>cis</i> -9	32,4	25,1	24,5	22,2
C18:2 <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12	40,4	30,5	18,2	11,9
C18:3 <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12, <i>cis</i> -15	0,78	0,69	0,15	0,10

<sup>a</sup> Níveis garantia (por kg, em elementos ativos): cálcio (máx.) - 220 g e cálcio (mín) - 209 g; fósforo - 163 g; enxofre - 12 g; magnésio - 12,5 g; cobre - 3500 mg; cobalto - 310 mg; ferro - 1960 mg; iodo - 280 mg; manganês - 3640 mg; selênio - 32 mg; zinco - 9000 mg; e flúor (máx.) - 1630 mg.

<sup>b</sup> Mistura de ureia+sulfato de amônio em uma relação (9:1).

<sup>c</sup> Proteína insolúvel em detergente neutro.

<sup>d</sup> Proteína insolúvel em detergente ácido.

<sup>e</sup> Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

<sup>f</sup> AGME = Acido graxo metil Ester.

### **Análises laboratoriais**

Amostras dos ingredientes e das dietas experimentais foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas. Em seguida, trituradas em moinhos de faca tipo Willey (Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil) com peneira de 1 mm, armazenadas em frascos plásticos com tampa, etiquetados e submetidos as análises laboratoriais, onde todas as amostras foram analisadas em duplicata e assumindo um coeficiente de variação inferior a 5% para todas as análises.

As análises foram realizadas de acordo com os procedimentos analíticos da Association of Analytical Communities (AOAC, 2012), sendo determinados os teores de MS (método 967.03), proteína bruta (PB - método 981.10), extrato etéreo (EE - método 920.29), matéria mineral (MM - método 942.05). Para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi utilizada a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). O resíduo da fibra em detergente

neutro foi incinerado a 600°C por 4h para a correção da contaminação por cinzas, bem como submetido a análise protéica para a subtração da proteína insolúvel em detergente neutro (PDIN) e correção proteica. Os teores de PDIN e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) foram obtidos seguindo a metodologia proposta por Licitra et al. (1996). A determinação da lignina foi realizada de acordo com o método 973.18 (AOAC, 2012).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com a equação de Hall (2000).  $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ ureia}) + \%FDN_{ncp} + \% EE + \% MM]$ .

### **Abate e amostragem da carne**

No término do experimento de 105 dias, os animais foram transferidos para frigorífico comercial. Após um período de jejum de sólidos por 16 horas. O abate foi realizado de acordo com as diretrizes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Normativa nº03/00, MAPA BRASIL, 2000), para o Serviço de Inspeção Federal (SIF) de abate humanitário. Os animais foram insensibilizados por pistola pneumática, seguida de sangria através da secção das veias jugulares e as artérias carótidas, posteriormente foram esfoladas e evisceradas. A cabeça e patas foram removidas. Posteriormente as carcaças foram seccionadas ao meio e colocadas em uma câmara fria (4°C) por 24 h.

Após este período o valor médio do pH final foi obtido por mensuração em triplicada no músculo *Longissimus dorsi* entre a 12° e a 13° costela, utilizando um medidor de pH Mettler M1120x (Mettler, Toledo International Inc., Columbus, USA), com extremidade do tipo espeto inserido diretamente no corte cárneo, seguindo os procedimentos descritos pela AOAC (2000).

Na mesma região anatômica foram retiradas quatro amostras do músculo *Longissimus dorsi*, com aproximadamente 3 cm de espessura cada, que foram identificadas, embaladas com auxílio de papel alumínio e plástico filme (para evitar oxidação e contaminação microbológica), posteriormente foram congeladas em freezer (-20°C) para análises das características químicas (composição centesimal e perfil de ácidos graxos), físico-químicas (pH, cor, capacidade de retenção de água, perdas por

cozimento e força de cisalhamento) e sensoriais (sabor, maciez, suculência e aceitação global) da carne.

### **Composição centesimal e características físico-químicas da carne**

Para a determinação do teor de umidade, proteína, matéria mineral, lipídios e colágeno amostras de aproximadamente 100g de carne isento da capa de gordura foram moídas em multiprocessador para obtenção de uma massa cárnea homogênea, em seguida, a composição química foi determinada por meio de análise proximal de infravermelho (AOAC, 2012) utilizando o aparelho FoodScan™ (FOSS, Hillerød, Dinamarca).

A avaliação da coloração da carne foi realizada após a oxigenação da mioglobina por exposição do corte cárneo a atmosfera por 30 min (CAÑEQUE e SAÑUDO, 2000). A leitura foi realizada em colorímetro Minolta CR-10 (Konica® Minolta, Osaka, Japão), usando o sistema CIE  $L^*a^*b^*$  para determinar o índice de luminosidade ( $L^*$ ), índice de vermelho ( $a^*$ ) e o índice de amarelo ( $b^*$ ). As variáveis  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram mensuradas em três pontos distintos da superfície da carne, sendo calculada, posteriormente, a média das triplicatas de cada coordenada por animal (MILTENBURG et al., 1992). O índice de saturação (chroma) foi determinado utilizando os índices de vermelho e amarelo, de acordo com a seguinte fórmula:  $\text{chroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$  (MACDOUGALL e TAYLOR, 1975).

A determinação da capacidade de retenção de água da carne foi realizada cortando cubos de dois gramas, e colocadas transversalmente (em relação à direção das fibras) em papel de filtro circular entre duas placas de acrílico ( $12 \times 12 \times 1$  cm) por cinco minutos, recebendo carga 10 kg (HAMM et al., 1986). Em seguida, as amostras foram pesadas e a CRA foi obtida pela diferença de peso das amostras antes e após a exposição à carga, com valores expressos em porcentagem.

A determinação das perdas por cozimento (PPC) foi realizada de acordo com as recomendações da American Meat Science Association (AMSA, 2015), com avaliações realizadas utilizando duas amostras, previamente pesadas de 2,5 cm de espessura, livre de gordura subcutânea. As amostras foram cozidas em grill (George Foreman Jumbo Grill GBZ6BW, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil) com auxílio de um termopar de

aço inoxidável (Gulterm 700; Gulton do Brasil) inserido no centro geométrico de cada amostra para monitorar a temperatura interna de cada bife, até que a mesma atingisse 71°C. Posteriormente, os bifos foram removidos do grill e expostos à temperatura ambiente até estabilização da temperatura e pesados novamente. Por fim, a PPC de cada amostra foi obtida pela diferença de peso da amostra antes e após o cozimento, com valor expresso em porcentagem.

Na sequência, após atingirem a temperatura ambiente, as amostras utilizadas na determinação da PPC foram fragmentadas em 3 subamostras de 1,0 cm de diâmetro e 2,0 cm de comprimento para determinação da força de cisalhamento. A análise foi realizada utilizando um analisador de textura (Texture Analyzer TX-TX2; Mecmesin, Nevada, Estados Unidos) com carga de cinco kgf e velocidade de corte de 20 cm/min, usando de lâmina de cisalhamento tipo Warner-Bratzler, seguindo a metodologia proposta por Shackelford et al. (1999).

### **Perfil de ácidos graxos das dietas experimentais e da carne**

Os ácidos graxos das dietas experimentais e da carne foram extraídos de acordo com o método de Hartman e Lago (1973) e transmetilados simultaneamente com hexano e uma mistura de metanol/cloreto de acetila (20:1 v/v). As amostras transmetiladas foram analisadas em cromatógrafo gasoso (GC Finnigan Focus, Varian, CA, EUA) com detector de ionização de chama e coluna capilar (SLB-ILL111, 100m de comprimento por 0,25 µm de diâmetro interno e 0,20µm de espessura do filme, Sigma-Aldrich). Foi utilizado o hidrogênio como gás de arraste, numa vazão de 2,0mL/min. O programa de temperatura do forno inicial foi ajustado para 70°C, permanecendo nesta temperatura por 4 minutos, posteriormente a temperatura foi elevada progressivamente (13°C/min) até atingir 150°C, mantendo nessa temperatura por 39 minutos, por fim, elevou-se novamente a temperatura de maneira progressiva (10 °C/min) até atingir 215°C e permanecendo por 10 minutos, totalizando 65 minutos por amostra analisada. Durante a análise, a temperatura do vaporizador foi mantida em 250°C e a do detector em 300°C.

Amostras do extrato esterificado e do padrão foram injetadas no cromatógrafo, juntamente com um padrão interno (Crotonic Acid, SIGMA-ALDRICH, St. United States). Os AGME's foram identificados por uma comparação dos tempos de retenção

do AGME com os respectivos padrões (FAME Mix, C4-C24, SIGMA-ALDRICH, St. Louis, EUA). Para a quantificação dos AGME's, foi gerado um fator de resposta para cada ácido graxo baseado na amostra, no padrão, e no fator de resposta de cada ácido graxo foi obtido. Os resultados foram quantificados normalizando as áreas dos ésteres metílicos, com resultados expressos como g/100 g AGME.

A partir do perfil dos ácidos graxos identificados foi calculado o somatório dos ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), ácidos graxos ômega 6 (n-6), ácidos graxos ômega 3 (n-3) e definidas as relações AGPI:AGS e n-6/n-3.

Com o intuito de avaliar a qualidade nutricional do perfil lipídico, o índice de aterogenicidade e trombogenicidade foi calculado de acordo com Ulbricht e Southgate (1991)

$$IA = [(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)] / (\Sigma AGMI + \Sigma n6 + \Sigma n3)$$

$$IT = [14:0 + 16:0 + 18:0] / [(0,5 \times \Sigma AGMI) + (0,5 \times \Sigma n-6) + (3 \times \Sigma n-3) + (n-3 / n-6)]$$

A relação dos ácidos graxos hipocolesterolêmico e hipercolesterolêmico (h:H) foi determinada conforme recomendações de Arruda et al. (2012)

$$h/H = C18:1 \text{ cis-9} + C18:2 \text{ n-6} / (C14:0 + 16:0)$$

O índice de atividade das enzimas elongase e  $\Delta 9$ -dessaturase em ácidos graxos com 16 e 18 carbonos, foram determinadas utilizando a metodologia proposta por Smet et al. (2004)

$$\text{Elongase} = [(C18:0 + C18:1 \text{ cis9}) / (C16:0 + C16:1 + C18:0 + C18:1 \text{ cis9})] \times 100$$

$$\Delta 9\text{-dessaturase C16} = [C16:1 \text{ cis9} / (C16:0 + C16:1)] \times 100$$

$$\Delta 9\text{-dessaturase C18} = [C18:1 \text{ cis9} / (C18:0 + C18:1 \text{ cis9})] \times 100$$

### **Características sensoriais da carne**

As características sensoriais da carne foram avaliadas utilizando o método afetivo em escala hedônica estruturado de nove pontos (1, desgostei muitíssimo a 9, gostei muitíssimo), por meio de um painel de 110 consumidores não treinados (AMSA, 2015). As amostras da carne foram acomodadas em grelha elétrica (George Foreman Jumbo Grill GBZ6BW, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil) e cozidas até que a

temperatura do centro geométrico atingisse 71°C. Após o cozimento, fragmentos de carne foram cortados em cubos de 2cm<sup>2</sup>, agrupados por tratamentos, codificados e transferidos para banho-maria (75°C) recobertos com folha de alumínio para mantê-los aquecidos e evitar a perda de compostos aromáticos voláteis até a realização das análises sensoriais.

Os testes foram realizados entre as 09:00 e as 12:00 h, e os consumidores foram alocados em cubículos individuais montados em sala apropriada localizada na escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil. No ato da avaliação sensorial, duas amostras por tratamento, sem condimento adicional, foram fornecidas a cada provador em recipientes plásticos com tampas codificadas e ao mesmo tempo, os provadores receberam água e biscoitos do tipo cracker para consumo entre degustações com o objetivo de remover o sabor residual. Os painéis de consumidores avaliaram os seguintes parâmetros: sabor, maciez, suculência e aceitação global.

### **Análise estatística**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. O seguinte modelo foi utilizado:

$$Y_{ij} = \mu + s_i + e_{ij}$$

Onde:  $Y_{ij}$  = valor observado;  $\mu$  = média geral;  $s_i$  = efeito do nível de óleo de palmiste (0; 11,5; 23,0 e 34,6 g/kg de MS, respectivamente); e  $e_{ij}$  = efeito do erro experimental. Contrastes polinomiais foram utilizados para determinar os efeitos lineares e quadráticos dos diferentes níveis de tratamento, peso inicial foi utilizado no modelo estatístico como covariável quando significativo. Foi utilizado o comando PROC MIXED no software SAS 9.1 (2003) (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA). A análise sensorial também incluiu o teste LEVENE para verificar a homogeneidade da variância usando o comando "HOVTEST". E a significância foi considerada quando o valor de  $P < 0,05$ .

Para cada variável, os modelos de regressão com melhor ajuste dos dados foram escolhidos de acordo com o menor valor de RMSE.

## RESULTADOS

### Composição centesimal e características físico-químicas da carne

A inclusão do óleo de palmiste não influenciou o percentual de umidade ( $P = 0,114$ ), nem as concentrações de proteína bruta ( $P = 0,564$ ), lipídeos totais ( $P = 0,573$ ), minerais ( $P = 0,270$ ) e colágenos ( $P = 0,198$ ) da carne dos tourinhos. Do mesmo modo, a inclusão do óleo de palmiste não alterou os valores pH ( $P = 0,661$ ), luminosidade ( $P = 0,579$ ), índice  $a^*$  ( $P = 0,756$ ), índice  $b^*$  ( $P = 0,126$ ), chroma ( $P = 0,398$ ). (Tabela 3).

**TABELA 3.** Composição centesimal e características físico-químicas da carne de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste

Variáveis	Níveis de Óleo de Palmiste				EPM <sup>a</sup>	P-valor <sup>b</sup>	
	(g/kg MS)					Lin	Quad
	0,0	11,5	23,0	34,6			
Umidade	73,0	73,2	72,9	74,3	0,29	0,114	0,460
Proteína bruta	22,9	23,2	22,9	22,1	0,31	0,564	0,128
Lipídeos totais	2,65	2,25	2,45	2,12	0,18	0,573	0,787
Matéria mineral	1,45	1,38	1,82	1,48	0,19	0,270	0,378
pH	5,51	5,47	5,45	5,46	0,07	0,661	0,752
L <sup>*</sup>	37,9	37,7	38,5	37,0	0,90	0,579	0,485
a <sup>*</sup>	22,3	22,7	22,8	22,2	0,52	0,756	0,344
b <sup>*</sup>	6,51	6,57	6,49	5,64	0,38	0,126	0,251
Chroma	26,5	26,7	26,8	25,8	0,53	0,398	0,296
CRA <sup>c</sup> , %	73,0	73,3	73,2	72,6	1,50	0,804	0,761
PPC <sup>d</sup> , %	24,4	24,8	25,4	25,6	1,65	0,572	0,970
FC <sup>e</sup> , kgf/cm <sup>2</sup>	3,37	3,29	3,49	3,59	0,40	0,599	0,782
Colágeno %	1,55	1,55	1,51	1,42	0,07	0,198	0,508

<sup>a</sup>EPM = erro padrão da média.

<sup>b</sup>Significância em  $P < 0,05$ .

<sup>c</sup>CRA = capacidade de retenção de água.

<sup>d</sup>PPC = perdas por cocção.

<sup>e</sup>FC = força de cisalhamento.

Não foi verificado efeito da inclusão do óleo de palmiste na dieta dos tourinhos sobre a capacidade de retenção de água ( $P = 0,804$ ), perda por cocção ( $P = 0,572$ ) e força de cisalhamento ( $P = 0,599$ ).

### Perfil de ácidos graxos e compostos nutracêuticos

Observou-se um aumento linear no conteúdo de ácido láurico (C12:0) ( $P < 0,001$ ) e ácido mirístico (C14:0) ( $P < 0,001$ ), da carne dos tourinhos alimentados com óleo de palmiste. No entanto, ácido palmítico (C16:0) ( $P = 0,854$ ) e oléico (C18:0) ( $P = 0,357$ ) não foram afetados. (Tabela 4).

**TABELA 4.** Composição de ácidos graxos (g/100 g AGME) da carne de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste

Variáveis	Níveis de Óleo de Palmiste (g/kg MS)				EPM <sup>a</sup>	P-valor <sup>b</sup>	
	0,0	11,5	23,0	34,6		Lin	Quad
Ácidos graxos saturados							
C12:0	0,07	0,12	0,25	0,38	0,03	<0,001	0,215
C14:0	2,93	3,36	4,37	4,99	0,22	<0,001	0,695
C16:0	24,9	27,3	25,0	25,3	1,12	0,854	0,356
C18:0	15,6	15,7	14,9	14,4	1,03	0,357	0,782
Ácidos graxos monoinsaturados							
C16:1 <i>cis</i> -9	3,41	3,38	3,77	3,90	0,21	0,074	0,722
C18:1 <i>trans</i> -11	1,12	1,03	1,40	1,37	0,10	0,155	0,078
C18:1 <i>cis</i> -9	39,2	34,5	36,0	32,2	1,42	0,008	0,758
Ácidos graxos poli-insaturados							
C18:2 n-6	3,83	5,10	3,80	4,37	0,64	0,915	0,598
C18:3 n-3	0,26	0,28	0,22	0,31	0,05	0,501	0,110
CLA <sup>c</sup>	0,23	0,22	0,24	0,26	0,02	0,393	0,087
C20:3 n-6	0,21	0,30	0,24	0,37	0,04	0,108	0,631
C20:4 n-6	1,09	1,14	1,22	1,72	0,28	0,134	0,429
C20:5 n-3	0,20	0,33	0,23	0,39	0,06	0,122	0,769
C22:5	0,45	0,74	0,51	0,85	0,11	0,100	0,811
C22:6 n-3	0,05	0,08	0,07	0,14	0,03	0,102	0,529
Somatórios e razões							
AGS	45,4	48,5	46,9	47,6	1,96	0,563	0,558
AGM	47,1	42,4	45,4	41,9	1,68	0,121	0,720
AGP	6,37	8,26	6,56	9,12	1,02	0,170	0,746



AGP/AGS	0,14	0,18	0,14	0,19	0,02	0,300	0,842
$\Sigma$ n-6	1,32	1,47	1,48	1,83	0,27	0,255	0,732
$\Sigma$ n-3	0,52	0,70	0,52	0,83	0,12	0,239	0,642
n-6/n-3	2,70	2,63	2,77	2,68	0,50	0,976	0,991
Parâmetros nutracêuticos							
IA	0,69	0,84	0,83	0,89	0,06	0,047	0,520
IT	1,53	1,79	1,62	1,59	0,15	0,998	0,360
h/H	1,61	1,42	1,43	1,33	0,09	0,176	0,629
Atividade enzimática							
$\Delta$ 9-desaturase c:16	12,1	11,3	13,1	13,3	0,78	0,132	0,526
$\Delta$ 9-desaturase c:18	71,5	68,6	70,6	69,2	2,15	0,620	0,736
Elongase	65,9	62,2	63,9	61,5	1,09	0,028	0,536

<sup>a</sup>EPM = erro padrão da média.

<sup>b</sup>Significancia em  $P < 0,05$ .

<sup>c</sup>CLA = Ácido linoleico conjugado (C18:2 cis-9, trans-11).

Houve uma redução linear ( $P = 0,008$ ) no conteúdo do ácido oléico (C18:1 *cis*-9). Já o ácido palmitoleico (C16:1 *cis*-9) ( $P = 0,074$ ) e o ácido vacênico (C18:1 *trans*-11) ( $P = 0,155$ ) não foram afetados. (Tabela 4).

A inclusão do óleo de palmiste não influenciou a composição do ácido linoléico (C18:2 n-6) ( $P = 0,915$ ), ácido linolênico (C18:3 n-3) ( $P = 0,501$ ), ácido linoléico conjugado (CLA) ( $P = 0,393$ ), ácido araquidônico (C20:4 n-6) ( $P = 0,134$ ), na carne dos tourinhos. Do mesmo modo, a inclusão do óleo de palmiste não alterou os demais ácidos graxos poli-insaturados.

Não foi verificado efeito da inclusão do óleo de palmiste na dieta dos tourinhos, sobre os somatórios dos, AGS ( $P = 0,563$ ), AGM ( $P = 0,121$ ), AGP ( $P = 0,170$ ) e a relação AGP/AGS ( $P = 0,300$ ), bem como o  $\Sigma$  n-6 ( $P = 0,255$ ),  $\Sigma$  n-3 ( $P = 0,239$ ) a relação n-6/n-3 ( $P = 0,976$ ), a relação h/H ( $P = 0,176$ ), e o índice de trombogenicidade (IT) ( $P = 0,998$ ). Entretanto, o índice de aterogenicidade (IA) ( $P = 0,047$ ) aumentou linearmente. Por outro lado, a atividade da elongase reduziu linearmente ( $P = 0,028$ ) com a adição de óleo de palmiste nas dietas.

As atividades das enzimas  $\Delta 9$ -desaturase c:16 ( $P = 0,132$ ) e  $\Delta 9$ -desaturase c:18 ( $P = 0,620$ ), não foram afetados com a inclusão do óleo de palmiste.

### Características sensoriais da carne

Não foi verificado efeito da inclusão do óleo de palmiste na dieta dos tourinhos sobre o sabor da carne ( $P = 0,517$ ), percepção de maciez ( $P = 0,527$ ), suculência ( $P = 0,460$ ) e aceitação global ( $P = 0,578$ ). (Tabela 5).

**TABELA 5.** Características sensoriais da carne de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste

Variáveis <sup>a</sup>	Níveis de Óleo de Palmiste (g/kg MS)				EPM <sup>b</sup>	P-valor <sup>c</sup>	
	0,0	11,5	23,0	34,6		Lin	Quad
Sabor	6,70	6,85	6,16	6,78	0,16	0,517	0,151
Maciez	5,97	6,30	5,27	6,55	0,25	0,527	0,066
Suculência	6,13	6,34	5,68	6,58	0,21	0,460	0,105
Aceitação global	6,45	6,60	5,95	6,83	0,20	0,578	0,065

<sup>a</sup>Escala hedônica de avaliação sensorial (1 = desgostei muitíssimo e 9 = gostei muitíssimo).

<sup>b</sup>EPM = erro padrão da média.

<sup>c</sup>Significância em  $P < 0,05$ .

## DISCUSSÃO

### Composição centesimal e características físico-químicas da carne

A inclusão do óleo de palmiste não alterou significativamente a composição centesimal e as características físico-químicas da carne. O teor de umidade da carne varia de acordo com a deposição de gordura no tecido (FERNANDES et al., 2009). Uma vez que ocorreu a similaridade nas concentrações de lipídeos totais na carne, os teores de umidade também não foram afetados pela dieta.

O pH final da carne está associado às reservas de glicogênio no músculo. Este conteúdo, por sua vez, depende do manejo pré-abate, assim, os animais que sofrem com estresse pré-abate tendem a utilizar estas reservas de glicogênio. Além do estresse a quantidade de glicogênio muscular pode ser influenciada também pela dieta com

consequente influência sobre o pH final (ROSENVOLD et al., 2001; LEHESKA et al., 2002). Contudo, os animais não foram submetidos a qualquer estresse pré-abate, ou se foram, de maneira equânime e a inclusão do óleo de palmiste na dieta pode não ter afetado o armazenamento de glicogênio e sua via catabólica pós-morte, não acarretando diferenças entre os tratamentos. A curva de pH mostrou que, 24 horas após o abate, o pH atingiu valores entre 5,45 e 5,53, característicos do desenvolvimento *post-mortem* normal e da qualidade da carne (SANTANA FILHO et al., 2016).

O valor do pH final afeta as características qualitativas da carne, mas em decorrência da similaridade do pH nas carnes com e sem óleo de palmiste não foi verificada diferenças nas PPC, CRA e cor, sendo a coloração considerado o principal atributo de seleção por parte dos consumidores (GOUVEA et al., 2017).

Nenhum efeito significativo foi observado na coloração da carne, os valores médios de L\*, a\* e b\* foram 37,8, 22,5 e 6,3 respectivamente, e todos esses valores estão de acordo com o padrão de aceitabilidade dos consumidores. O valor L\* corresponde ao brilho da carne, sendo considerado aceitável pelos consumidores valores igual ou superior a 34 (KHLIJI et al., 2010).

O pH elevado, ativa as ações das enzimas musculares que utilizam o oxigênio, ocasionando uma menor oxidação da mioglobina, tendo correlação com um aumento no teor a\*. Como o pH permaneceu em níveis adequados (5,45 – 5,53), não foram encontradas alterações em a\* que apresentou índice entre 22,2 e 22,9, considerado adequado para amostras de carne bovina (OLIVEIRA et al., 2019). O teor de amarelo b\* está relacionado com quantidade de lipídios totais na composição da carne. Uma vez que a quantidade de gordura não foi alterada, juntamente com seus pigmentos como xantofilas e carotenos, não foram encontrados alterações em b\* que apresentou índice entre 5,71 e 6,59 estando dentro do padrão de qualidade (OLIVEIRA et al., 2019).

A força de cisalhamento é um parâmetro importante na avaliação qualitativa da carne, pois indica a maciez do produto final. No presente estudo, o valor médio da força de cisalhamento foi de 3,44 kgf/cm<sup>2</sup> (variando de 3,31 a 3,59 kgf/cm<sup>2</sup>), característica de carne com maciez sensível (3,2 a 3,9 kgf/cm<sup>2</sup>) (BELEW et al., 2003). A inclusão de óleo de palmiste nas dietas dos tourinhos também não influenciou os parâmetros de perda por cocção e capacidade de retenção de água e, os valores médios obtidos estão

condizentes com os padrões de qualidade da carne. Altos valores de perda por cocção não são desejáveis porque indicam que a carne está perdendo muita água durante o cozimento, o que resulta em produtos cárneos mais duros com menos suculência (ARAÚJO et al., 2020).

### **Perfil de ácidos graxos e compostos nutracêuticos**

A inclusão de óleo de palmiste em dietas para tourinhos aumentou o conteúdo dos ácidos graxos C12:0 e C14:0 na carne dos animais. Esse aumento está associado com a maior concentração desses ácidos graxos na dieta com óleo de palmiste. O aumento dos níveis de óleo de palmiste ocasionou um maior percentual na dieta e disponibilidade para os animais, sendo 1,52; 16,5; 28,5 e 36,0 g/100 g AGME para o C12:0 e 0,60; 5,82; 10,7 e 13,0 g/100 g AGME para o C14:0, nos respectivos tratamentos, refletindo uma maior deposição desses ácidos graxos na carne. Segundo Silva et al. (2014), o teor de AGS na carne está diretamente relacionado com o nível energético da dieta, sendo assim os níveis crescentes de óleo de palmiste, favoreceram a deposição do C12:0 e C14:0 na carne.

Apesar da redução da atividade da enzima elongase, as concentrações do ácido palmítico e esteárico não alteraram, visto que essa enzima atua adicionando dois átomos de carbonos ao ácido palmítico originando C18:0 (CANSANÇÃO et al., 2018), fato este, que poderia resultar em redução das concentrações de C18:0.

Em relação à redução observada para as concentrações de C18:1 cis-9, sugere-se que a composição da dieta provavelmente afetou o processo de biohidrogenação no rúmen. A inclusão do óleo de palmiste na dieta de tourinhos resultou em menores concentrações de C18:1 cis-9, refletindo com a redução desse ácido graxos nas dietas que foi de 32,4 a 22,2 g/100 g AGME, visto que atividade da  $\Delta 9$ -desaturase c:18 não foi afetada, uma vez que essa enzima é essencial para síntese de ácidos graxos monoinsaturados (GU et al., 2019). Essa redução de C18:1 cis-9 na carne, não é benéfica para a saúde humana, pois esse ácido graxo é considerado antiaterogênico, dado que atua reduzindo os níveis de LDL e concomitantemente, aumentando os níveis de HDL no sangue (GHOBADI et al., 2018). Além da redução dos riscos de doenças cardíacas, o consumo de C18:1 cis-9 também resulta em redução do risco de desenvolvimento da diabetes tipo 2 (VISIOLI et al., 2018).

Os somatórios dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e os poli-insaturados não foram afetados pelo aumento das concentrações de óleo de palmiste nas dietas. Os ácidos graxos poliinsaturados são considerados benéficos para a saúde do consumidor (DOS SANTOS et al., 2018), com destaque para os ácidos graxos ômega-3, pois o consumo reduz os riscos de doenças cardiovasculares (SHAHIDI e AMBIGAIPALAN, 2018). A razão ômega-6/ômega-3 (2-3:1) observada neste estudo está de acordo com a razão revisada e descrita por Zárte et al. (2017), quando valores de 2-4:1 estão associados ao risco reduzido de câncer de mama, próstata, cólon e rins.

Por outro lado, os ácidos graxos saturados, principalmente o láurico, mirístico e palmístico, sendo que o ácido mirístico tem potencial quatro vezes maior de aumentar o colesterol, são considerados aterogênicos, fato este que culminou no aumento do índice de aterogenicidade (IA), que mostra o potencial de estimulação da agregação plaquetária; ou seja, quanto mais baixos os valores de IA, melhor para o consumidor, portanto, maior a prevenção potencial do aparecimento de doenças coronárias (SCOLLAN et al., 2014).

Apesar desse aumento na concentração do índice de aterogenicidade (IA), a análise desse parâmetro não reflete danos a saúde do consumidor, pois neste estudo o IA variou de 0,69 a 0,89 inferiores a média de 1,00 relatadas por Ulbricht e Southgate (1991).

Além disso, os efeitos dos AGS sobre a saúde humana ainda permanecem inconclusivos, pois benefícios com a redução do consumo de AGS só são obtidos quando os mesmos são substituídos por monoinsaturados e/ou poli-insaturados, pois, quando substituídos por carboidratos refinados o risco de doença cardíaca permanece o mesmo (FOROUHI et al., 2018).

### **Atributos sensoriais da carne**

As carnes dos tourinhos alimentados com dietas contendo óleo de palmiste não se diferenciaram pela avaliação dos provadores sobre os atributos de sabor, maciez e suculência. É importante destacar que os teores de umidade e lipídeos na carne estão relacionados com a suculência, maciez e sabor (PITOMBO et al., 2013), como não verificou efeito significativo para esses parâmetros, os mesmos não foram refletidos na avaliação sensorial. Outro parâmetro que afeta a maciez da carne é o teor de colágeno

(SACCÀ et al., 2019), ou seja, o aumento na percepção de maciez está associado ao menor teor de colágeno no músculo. Como o teor de colágeno também não foi influenciado pela dieta, a sensibilidade não foi afetada significativamente. No entanto, Lee et al. (2018) relatam que nem sempre os resultados da avaliação sensorial são consistentes com os achados das propriedades físico-químicas.

As pontuações em todos os atributos variaram de 5,27 a 6,85. Resultados semelhantes foram encontrados por Gesteira et al. (2018), que avaliaram a carne de tourinhos nelore com a inclusão de extrato de tanino condensado e observou escores entre 5,28 a 6,47.

## **CONCLUSÃO**

A inclusão de óleo de palmiste em até 34,6 g/kg de MS pode ser utilizada quando o objetivo for à qualidade da carne, pois não altera a composição centesimal, as características físico-químicas e a sensorial, as alterações observadas na qualidade nutritiva da carne não são prejudiciais à saúde do consumidor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMSA. Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat. American Meat Science Association 2nd edition (version 1.0). 2015.

AOAC. Official Methods of Analysis, 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Gaithersburg, VA, USA.2000.

AOAC. Official methods of analysis. 19th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Gaithersburg, MD, USA.2012.

ARAÚJO, S. A.; RIBEIRO, R. D. X.; LIMA, A. G. V. O.; NASCIMENTO, T. V. C.; DA SILVA JÚNIOR, J. M.; BARBOSA, A. M.; PIMENTEL, P. R. S.; SANTOS, N. J. A.; BEZERRA, L. R.; PEREIRA, E. S.; OLIVEIRA, R. L. Physicochemical Properties, Lipid Oxidation and Fatty Acid Composition of Sausage Prepared with Meat of Young Nellore Bulls Fed a Diet with Lauric Acid, **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 51, p. 2000087, 2020.

ARRUDA, P. C. L.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; BOMFIM, M. A. D.; MIZUBUTI, I. Y.; DE AZAMBUJA RIBEIRO, E. L.; FONTENELE, R.M.; REGADAS FILHO, J.G.L. Fatty acids profile in Longissimus dorsi of Santa Ines lambs fed with different energy levels. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 33, p. 1229-1240, 2012.

BELEW, J. B.; BROOKS, J. C.; MCKENNA, D. R.; SAVELL, J. W. Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, v. 64(4), p. 507–512, 2003.

BOARI, A. J.; GOMES JUNIOR, R. A.; TINÔCO, R. S.; PINA, A. J. DE A. Anel-vermelho da palma de óleo. **Embrapa Amazônia Oriental**. n. 425, p. 11-52, 2016.

CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes** (No. Q04 INIA 17174). Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid (España). Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). 2000.

CANSANÇÃO, K.; MONTEIRO, L.S.; LEITE, N.C.; DÁVALOS, A.; CARMO, M.T.; PERES, W.A.F. Advanced liver fibrosis is independently associated with

palmitic acid and insulin levels in patients with non-alcoholic fatty liver disease. **Nutrients**, v. 10, p. 1586, 2018.

DOS SANTOS, N. J. A.; BARBOSA, A. M.; VOLTOLINI, T. V.; MENEZES, D. R.; SOUZA, C. M.; BEZERRA, L. R.; LANNA, D. P. D.; RIBEIRO, C. V. D. M.; OLIVEIRA, R. L. Physicochemical characteristics and fatty acid composition of the meat of lambs fed cassava silage and dry tamarind (*Tamarindus indica*). **Animal Production Science**, v.1, p.1 - 1, 2018.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; TULLIO, R.R.; OLIVEIRA, E.A.; SILVA, T.M. Chemical traits and fatty acids composition of beef from young bulls, steers and heifers fed corn silage and concentrate or sugarcane and concentrate with sunflower grains. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, p. 705–712, 2009.

FOROUHI, N. G.; KRAUSS, R. M.; TAUBES, G.; WILLETT, W. Dietary fat and cardiometabolic health: evidence, controversies, and consensus for guidance. **Bmj**, v. 361, p. 2139, 2018.

GESTEIRA, S. M.; OLIVEIRA, R. L.; SILVA, T. M.; RIBEIRO, R. D. X.; RIBEIRO, C. V. D. M.; PEREIRA, E.S.; LANNA, D. P. D.; PINTO, L. F. B.; ROCHA, T. C.; VIEIRA, J. F.; BEZERRA, L. R. Physicochemical Quality, Fatty Acid Composition, and Sensory Analysis of Nellore Steers Meat Fed with Inclusion of Condensed Tannin in the Diet. **Journal of food science**, v. 83, p. 1366-1372, 2018.

GHOBADI, S.; HASSANZADEH-ROSTAMI, Z.; MOHAMMADIAN, F.; NIKFETRAT, A.; GHASEMIFARD, N.; RAEISI DEHKORDI, H.; FAGHIH, S. Comparison of blood lipid-lowering effects of olive oil and other plant oils: a systematic review and meta-analysis of 27 randomized placebo-controlled clinical trials. **Critical reviews in food science and nutrition**, p. 1-15, 2018.

GOUVÊA, A. A.; OLIVEIRA, R. L.; LEÃO, A. G.; BEZERRA, L. R.; ASSIS, D. Y.; ALBUQUERQUE, I. R.; PELLEGRINI, C. B.; ROCHA, T. C. Effects of licury cake in young Nellore bull diets: salted sun-dried meat is preferred rather than fresh meat by consumers despite similar physicochemical characteristics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97: p. 2147–2153, 2017.



GU, M.; COSENZA, G.; IANNACCONE, M.; MACCIOTTA, N. P. P.; GUO, Y.; DISTASIO, L.; PAUCIULLO, A. The single nucleotide polymorphism g. 133A> C in the stearoyl CoA desaturase gene (SCD) promoter affects gene expression and qualitative properties of river buffalo milk. **Journal of dairy science**, v. 102, p. 442-451, 2019.

HALL, M.B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. Bulletin 339, A-25 Gainesville, Florida, 2000.

HAMM, R. Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. 1986.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory practice**, v. 22, p. 475-6, 1973.

HRISTOV, A. N. C.; LEE, T.; CASSIDY, M.; LONG, K.; HEYLER, B.; CORL, R. FORSTER. Effects of lauric and myristic acids on ruminal fermentation, production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94 p. 382-395, 2011.

KHLIJI, S.; VAN DE VEN, R.; LAMB, T. A.; LANZA, M.; HOPKINS, D. L. Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. **Meat Science**, v. 85, p. 224-229, 2010.

LEE, J. H.; KANNAN, G.; KOUAKOU, B. Tenderness and flavor of leg cuts from meat goats influenced by calcium chloride injection. **International Journal of Food Properties**, v. 21, p. 357-363, 2018.

LEHESKA, J.; WULF, D. M.; CLAPPER, J. A.; THALER, R. C.; MADDOCK, R. J. Effects of high-protein/low-carbohydrate swine diets during the final finishing phase on pork muscle quality. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 137-142, 2002.

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

MACDOUGALL, D. B.; TAYLOR, A. A. Colour retention in fresh meat stored in oxygen commercial scale trial. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 10, p. 339-347, 1975.

MAPA – Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento – Portaria n° 3, de 17 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário para animais de açougue.** Diário Oficial da União.

MEDEIROS, F.F.; BEZERRA, L.R.; DE SILVA, A.M.A.; CARNEIRO, H.; DE MORAIS, R.K.O.; MOREIRA, M.N.; PEREIRA FILHO, J.M. Greenhouse gases, short-chain fatty acids and ruminal ph in vitro of biodiesel byproducts to replace corn silage. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, p. 935–947, 2015.

MILTENBURG, G. A. J.; WENSING, T.; 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, p. 2766-2772, 1992.

MORAIS, J. S.; BEZERRA, L. R.; SILVA, A. M. A.; ARAÚJO, M. J.; OLIVEIRA, R. L.; EDVAN, R. L.; TORREÃO, J. N. C.; LANNA, D. P. D. Production, composition, fatty acid profile and sensory analysis of goat milk in goats fed buriti oil. **Journal of Animal Science**, v. 95, p. 395–406, 2017.

NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle.** Updated 7th.ed. Washington, DC:National Academy Press, p. 242, 2000.

OLIVEIRA, V. D. S.; OLIVEIRA, R. L.; GOES, R. H. T. B.; SILVA, T. M.; SILVA, L. F.; FREITAS, L. S.; BEZERRA, L. R. Physicochemical composition, fatty acid profile and sensory attributes of the meat of young Nellore bulls fed sunflower cake from the biodiesel industry. **Livestock Science**, v. 227, p. 97-104, 2019.

PATRA, A. K. Exploring the benefits of feeding tannin containing diets for enhancing the nutritional values of milk and meat of ruminants. **Indian Journal of Animal Health**, v. 53, p. 63- 76, 2014.

PITOMBO, R.S.; SOUZA, D. D.N.; RAMALHO, R.O.S.; FIGUEIREDO, A.B.A.; RODRIGUES, V.C.; FREITAS, D.D.G.C.; FERREIRA, J.C.S. Quality of meat of super-finished cattle in feedlot. **Arquivo Brasileiro e Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1203-1207, 2013.

ROSENVOLD, K.; PETERSEN, J. S.; LAERKE, H. N.; JENSEN, S. K.; THERKILDSEN, M.; KARLSSON, A. K.; MOLLER, H. S.; ANDERSEN, H. J.

Muscle glycogen stores and meat quality as affected by strategic finishing feeding of slaughter pigs. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 382-391, 2001.

SACCÀ, E.; CORAZZIN, M.; BOVOLENTA, S.; E PIASSENTIER, E. Meat quality traits and the expression of tenderness-related genes in the loins of young goats at different ages. **Animal**, p. 1-10, 2019.

SANTANA FILHO, N. B.; OLIVEIRA, R. L.; CRUZ, C. H.; LEAO, A. G.; RIBEIRO, O. L.; BORJA, M. S.; ABREU, C. L. Physicochemical and sensory characteristics of meat from young Nellore bulls fed different levels of palm kernel cake. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, p. 3590–3595, 2016.

SANTANA, M, C, A.; VIEIRA, B. R.; COSTA, D. F.; DIAN, P. H. M.; FIORENTINI, G.; CANESIN, R. C.; PEREIRA, G. T.; REIS, R. A.; BERCHIELLI, T. T. Source and frequency of dry season lipid supplementation of grazing, finishing cattle. **Animal Production Science**, v. 55, p. 745 -751, 2015.

SAS Institute.SAS Systems for Windows, Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 2003.

SCOLLAN, N.D.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, K.; RICHARDSON, I.; MACKINTOSH, S.; HOCQUETTE, J.F.; MOLONEY, A.P. Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v. 97, p. 384–394, 2014.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Evaluation of slice shear force as an objective method of assessing beef longissimus tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 2693-2699, 1999.

SHAHIDI, F.; AMBIGAIPALAN, P. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and their health benefits. **Annual review of food science and technology**, v. 9, p. 345-381, 2018.

SILVA, R.M.; RESTLE, J.; MISSIO, R.L.; LAGE, M.E.; PACHECO, P.S.; BILEGO, U.O.; PÁDUA, J.T.; FASUTO, D.A. Fatty acid profile of meat from European and Zebu bulls fed with pearl millet. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.63-70, 2014.

SMET, S., RAES, K.; & DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, v. 53, p. 81-98, 2004.

ULBRICHT, T.L.V.; SOUTHGATE, D.A.T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, v.338, p.985-992, 1991.

VAN SOEST, P. J VAN; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of dairy science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VISIOLI, F.; FRANCO, M.; TOLEDO, E.; LUCHSINGER, J.; WILLETT, W. C.; HU, F. B.; MARTINEZ-GONZALEZ, M. A. Olive oil and prevention of chronic diseases: Summary of an International conference. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 28, p. 649-656, 2018.

ZÁRATE, R. EL JABER-VAZDEKIS, N.; TEJERA, N.; PÉREZ, J. A.; RODRÍGUEZ, C. Significance of long chain polyunsaturated fatty acids in human health. *Clinical and Translational*. **Medicine**, v. 6, p. 1-19, 2017.