

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DOUTORADO**

**UTILIZAÇÃO DE TORTA DE LICURI E TORTA DE DENDÊ NA  
ALIMENTAÇÃO DE CABRAS EM LACTAÇÃO**

**FERNANDA GAZAR FERREIRA**

**SALVADOR-BAHIA  
FEVEREIRO – 2022**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DOUTORADO**

**UTILIZAÇÃO DE TORTA DE LICURI E TORTA DE DENDÊ NA  
ALIMENTAÇÃO DE CABRAS EM LACTAÇÃO**

**FERNANDA GAZAR FERREIRA**  
**Zootecnista**

**SALVADOR-BAHIA  
FEVEREIRO -2022**

**FERNANDA GAZAR FERREIRA**

**UTILIZAÇÃO DE TORTA DE LICURI E TORTA DE DENDÊ NA  
ALIMENTAÇÃO DE CABRAS EM LACTAÇÃO**

**Tese apresentada ao  
Programa de Doutorado em  
Zootecnia, da Universidade  
Federal da Bahia, como  
requisito parcial para  
obtenção do título de Doutora  
em Zootecnia.**

**Área de concentração:  
Produção de Ruminantes**

**Orientador:** Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

**Coorientador:** Prof. Dr. Laudí Cunha Leite

**Coorientador:** Henry Daniel Ruiz Alba

**SALVADOR – BAHIA  
FEVEREIRO - 2022**

Ferreira, Fernanda Gazar.

Utilização de torta de licuri e torta de dendê na alimentação de cabras em lactação / Fernanda Gazar Ferreira. - 2022.

132 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho.

Coorientador: Prof. Dr. Laudí Cunha Leite.

Tese (doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Salvador, 2022.

1. Zootecnia. 2. Nutrição animal. 3. Ruminantes - Nutrição. 4. Ruminantes - Alimentação e rações.  
5. Caprinos - Alimentação e rações. 6. Leite de cabra - Produção. I. Carvalho, Gleidson Giordano Pinto de. II. Universidade Federal da Bahia. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

## UTILIZAÇÃO DE TORTA DE LICURI E TORTA DE DENDÊ NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS EM LACTAÇÃO

Fernanda Gazar Ferreira

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

Salvador, 21 de fevereiro de 2022

Comissão examinadora:

*Opiniões emitidas em nome da Comissão*

---

**Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho**  
UFBA  
Orientador / Presidente



---

**Dr. Douglas dos Santos Pina**  
UFBA



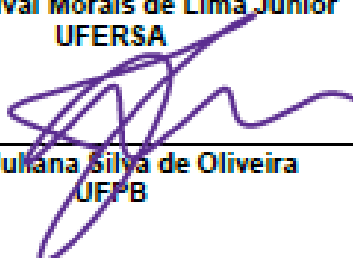
---

**Dr. José Esler de Freitas Júnior**  
UFBA



---

**Dr. Dorgival Morais de Lima Júnior**  
UFERSA



---

**Dra. Juliana Silva de Oliveira**  
UFPE

## DADOS CURRICULARES DA AUTORA

FERNANDA GAZAR FERREIRA, filha de Newton César Silva Ferreira e Maria Olivia Nascimento Gazar, nasceu em Salvador, estado da Bahia, no dia 12 de agosto de 1990. Em 2010, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Campus de Cruz das Almas-BA, concluindo em 2015. Durante a graduação desenvolveu pesquisas na área de nutrição de ruminantes, com foco na utilização de coprodutos da indústria de biocombustíveis sobre a orientação dos professores Dr. Jair de Araújo Marques (*in memoria*) e professor Dr. Laudí Cunha Leite. Fez parte do Grupo Integrado de Produção Animal (GIPA), coordenado pelo professor Dr. Jair de Araújo Marques, do Grupo Agroecológico de Produção Animal (GAPA), coordenado pelo professor Dr. Carlos Eduardo Crispim de Oliveira Ramos e do Grupo de Estudos em Pecuária de Leite (GEPEL) coordenado pelo professor Dr. Laudí Cunha Leite. Foi monitora voluntária das disciplinas de Álgebra Linear e Geometria Analítica, Cálculo I e Melhoramento Genético I. Ainda no ano de 2015, ingressou no Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal na mesma Instituição (UFRB), sob a orientação dos professores, Dr. Laudí Cunha Leite e Dr. Carlos Eduardo Crispim de Oliveira Ramos, concentrando seus estudos na área de Nutrição Animal e Forragicultura, defendendo a dissertação intitulada: Avaliação agronômica e do valor nutritivo do terço superior da rama em diferentes variedades de mandioca, para obtenção do título de mestre em 20 de fevereiro de 2017. Em maio de 2017, ingressou no Doutorado do Programa Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Federal da Bahia (UFBA), sob orientação dos professores, Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, Laudí Cunha Leite e Henry Daniel Ruiz Alba, com foco nos estudos de Nutrição de Pequenos Ruminantes, defendendo a tese intitulada como: Utilização de torta de licuri e torta de dendê na alimentação de cabras em lactação para a obtenção do título de doutora em Zootecnia no dia 21 de fevereiro de 2022.

**DEDICATÓRIA**

Ao professor e amigo Dr. Jair de Araújo Marques (*in memória*), que idealizou no dia 01 de maio de 2010 minha jornada acadêmica, e que implantou em mim o amor pela ciência.

Ao meu filho Francisco Gazar Ferreira Santos, que veio para me mostrar o amor maior do mundo e o quanto que Deus está presente em minha vida.

## AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de realizar mais esta conquista, colocando em meu caminho todos os meios necessários para realização desse sonho.

Agradeço a meu filho Francisco Gazar Ferreira Santos por tanto amor, por cada olhar sincero, cada gargalhada cheia de entusiasmo e alegria, por ser a razão de tudo. Agradeço também a meu companheiro Jean Cleber da Silva Santos que divide comigo os dias de luta e os dias de glória, obrigada pelos dias de alegria e também pelos dias de dificuldades, a cada dia nos fortalecemos enquanto família.

Aos meus pais, Maria Olivia Nascimento Gazar e Newton César Silva Ferreira, que também são meus melhores amigos, obrigada pelo amor incondicional, por me apoiarem em minhas decisões, me dando força para seguir em frente, tenho por vocês um enorme sentimento de amor e gratidão.

Aos meus irmãos, Caio César Gazar Ferreira e Arthur Vnícus Cazé Berenguer Ferreira, e aos meus sobrinhos, Maria Eduarda Mendonça Gazar Ferreira, Heitor Rezack Gazar Ferreira, (*in memoriam*) e Analu Rezack Gazar Ferreira pelo amor, carinho e momentos de muita diversão.

Agradeço aos meus orientadores Prof. Dr. Gleidson Giordano, Professor Dr. Laudí Leite e Dr. Henry Alba pela confiança, paciência, incentivo, dedicação e por todos os ensinamentos.

Agradeço a todos que fazem a Universidade Federal da Bahia e a Pós Graduação em Zootecnia (professores, amigos e funcionários) por permitir meu crescimento pessoal e profissional. Gratidão especial aos professores Analívia Barbosa, Bruna Carvalho, Carlindo Rodrigues, Claudio Vaz, Douglas Pina, Gleidson Giordano, Jose Esler, Laudí Cunha Leite, Manuela Tosto, Marion Costa, Stefanie Santos e Thadeu Silva, por todo conhecimento transmitido.

Gratidão aos amigos que parecem mais anjos que foram colocados na minha vida para tornar o percurso do doutorado mais leve. Gratidão pelos momentos alegres e de gargalhada e também pelos momentos em que discutimos ciência: Arielly Garcia, Barbara Silva, Camila Oliveira, Cláudia Loianny, Daniela Pionorio, Eduardo Costa, Fernanda Maria, Gilmara Miranda, Gisele Rocha, Henry Alba, Isadora Macedo, Jaivaldo de Jesus, Jackeline Alves, Layse Gordiano, Lívio Mascarenhas, Maria Leonor,



Márcia Pereira, Marisa Bastos, Mateus Neto, Miguel Gazar, Pedro Mazza, Sarah Nogueira, Thomaz Guimarães, Vinícius Peixoto, Willian Silva.

Henry, não tenho nem palavras pra agradecer por tanto, você que acompanhou tão de perto a reta final do meu doutorado, acolheu meus medos, me encorajou, me orientou, me entendeu, respeitou meu tempo em meio ao início da maternidade, tirou minhas dúvidas até nas madrugadas e sempre com a maior paciência do mundo. Gratidão.

Agradeço a todos os meus parentes da família Gazar e Ferreira pelos momentos de acolhimento e alegria, em especial os meus primos, Hariane Ferreira, Miguel Gazar, Rafaela Gazar, Thalita Gazar e Vanessa Ferreira que acompanharam de perto minha trajetória para chegar até aqui.

Às Fapesb e Capes, pelo apoio financeiro essencial ao longo de todo trabalho.

Agradeço imensamente à todos os funcionários da Fazenda Experimental de Entre Rios, em especial a Audo, Coelho e Nerivaldo, por todo apoio dado para que a condução do projeto fosse realizada da melhor forma, agradeço também as professoras Stefanie Santos e Manuela Tosto que me orientaram nas atividades de campo assim como os estagiários que foram fundamentais na condução dos experimentos. Agradeço a meus companheiros de fazenda: Layse Gordiano, Sarah Nogueira e Eduardo Costa pela amizade, cumplicidade, risadas, doces de leite na fogueira e todo suporte na fase experimental do meu doutorado, apesar do meu “Bom dia matutino” não ser muito bem aceito por eles.

Gratidão a todos que de uma forma contribuíram para a realização deste trabalho que me dá o título de doutora, não seria possível se não fosse realizado em conjunto.

*A persistência é o caminho do êxito. (Charles Chaplin)*

**LISTA DE FIGURAS****Página****CAPÍTULO II - Torta de licuri em dietas para cabras em lactação:  
aspectos qualitativos do leite e queijo**

Figura 1 - Componentes principais para descrição do perfil sensorial de  
queijos de cabras submetidas a dietas com torta de licuri..... 48

**CAPÍTULO IV - Torta de dendê em dietas para cabras em lactação:  
aspectos qualitativos do leite e queijo**

Figura 1. Componentes principais para descrição do perfil sensorial de queijo  
de leite de cabras alimentadas com torta de dendê..... 102

**LISTA DE TABELAS****Pagina****CAPÍTULO I - Desempenho produtivo e perfil metabólico em cabras submetidas a dietas com torta de licuri.**

Tabela 1. Proporção dos ingredientes (g/kg) e composição química (g/kg) das dietas com torta de licuri.....	14
Tabela 2. Consumo e digestibilidade de componentes nutricionais por cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de licuri.....	20
Tabela 3. Comportamento ingestivo de cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de licuri.....	21
Tabela 4. Produção e composição do leite de cabras submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de licuri.....	22
Tabela 5. Metabólitos sanguíneos em cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de licuri.....	22
Tabela 6. Balanço nitrogenado em cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de licuri.....	23

**CAPÍTULO II - Torta de licuri em dietas para cabras em lactação: aspectos qualitativos do leite e queijo**

Tabela 1. Proporção dos ingredientes (g/kg) e composição química (g/kg) das dietas com torta de licuri.....	37
Tabela 2. Consumo de componentes nutricionais e composição do leite de cabras submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de licuri.....	43
Tabela 3. Ácidos graxos de cadeia curta e média no leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de licuri.....	44
Tabela 4. Ácidos graxos de cadeia longa no leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de licuri.....	45
Tabela 5. Perfil de ácidos graxos do leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de licuri.....	46
Tabela 6. Composição química e rendimento do queijo Minas Frescal de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de licuri.....	47

Tabela 7. Estimativas dos componentes principais relacionados à avaliação sensorial de queijos minas frescal do leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de licuri.....	48
---	----

### **CAPÍTULO III - Desempenho produtivo e perfil metabólico em cabras submetidas a dietas com torta de dendê**

Tabela 1. Proporção dos ingredientes (g/kg) e composição química (g/kg) das dietas com inclusão de torta de dendê.....	67
Tabela 2. Consumo e digestibilidade de componentes nutricionais por cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de dendê.....	73
Tabela 3. Comportamento ingestivo de cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de dendê.....	74
Tabela 4. Produção e composição do leite de cabras submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de dendê.....	75
Tabela 5. Metabólitos sanguíneos em cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de dendê.....	75
Tabela 6. Balanço nitrogenado em cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de dendê.....	76

### **CAPÍTULO IV - Torta de dendê em dietas para cabras em lactação: aspectos qualitativos do leite e queijo**

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas com inclusão de torta de dendê.....	91
Tabela 2. Consumo de componentes nutricionais e composição do leite de cabras submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de dendê.....	97
Tabela 3. Ácidos graxos de cadeia curta e média no leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de dendê.....	98
Tabela 4. Ácidos graxos de cadeia longa no leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de dendê.....	99
Tabela 5. Perfil de ácidos graxos do leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de dendê.....	100
Tabela 6. Composição química e rendimento do queijo Minas Frescal de	101

cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de dendê.....	
Tabela 7. Estimativas dos componentes principais relacionados à avaliação sensorial de queijos minas frescal do leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de dendê.....	102

## LISTA DE ABREVIATURAS

AG -	Ácido graxo
AGCC -	Ácido graxo de cadeia curta
AGI	Ácido graxo insaturado
AGPI	Ácido graxo poli-insaturado
ALB	Albumina
ALI	Tempo em alimentação
AOAC -	Association of official analytical chemists
CCNF	Consumo de carboidratos não fibrosos
CD -	Coeficiente de Digestibilidade
CCS	Contagem de células somáticas
CEE	Consumo de extrato etéreo
CFDN	Consumo de fibra em detergente neutro
CFDNi	Consumo de fibra em detergente neutro indigestível
CFDNpd	Consumo de fibra em detergente neutro potencialmente disponível
CLA -	Ácido Linoleico Conjugado
CIDA	Cinza em detergente ácido
CIDN-	Cinza em detergente neutro
CMM-	Consumo de matéria mineral
CMS-	Consumo de matéria seca
CNF -	Carboidratos não fibrosos
CPB	Consumo de proteína bruta
CT -	Carboidratos totais
DCNF-	Digestibilidade dos carboidratos não fibrosos
DEE-	Digestibilidade do extrato etéreo
DFDN-	Digestibilidade da fibra em detergente neutro
DMS-	Digestibilidade da matéria seca
DPB-	Digestibilidade da proteína bruta
EAL FDN -	Eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro
EAL MS	Eficiência de alimentação da matéria seca
EE -	Extrato etéreo
EEd -	Extrato etéreo digestível
ERU FDN-	Eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro
ERU MS -	Eficiência de ruminação
ESD-	Extrato seco desengordurado do leite
FA-	Farelo de algodão
FDAcP -	Fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína
FDNcp -	Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína
FDNi -	Fibra em detergente neutro indigestível
FDNpd -	Fibra em detergente neutro potencialmente disponível
FS-	Farelo de soja
GM-	Gérmen de milho

GOD-	Gordura do leite
INCT -	Instituto nacional de ciência e tecnologia
LACT-	Lactose
LIG	Lignina
M	Milho moído
MM -	Matéria Mineral
MO -	Matéria Orgânica
MS -	Matéria Seca
N -	Nitrogênio
NDT -	Nutrientes Digestíveis Totais
NRC -	National Research Council
NU	Nitrogênio ureico no leite
NUS -	Nitrogênio ureico no sangue
PALI-	Período em alimentação
PB -	Proteína bruta
PBd -	Proteína bruta digestível
PDR -	Proteína degradável no rúmen
PIDA -	Proteína indigestível em detergente ácido
PL-	Produção de leite
PÓCIO-	Período em ócio
PROT	Proteína do leite
PRUM	Período em ruminação
PT	Proteínas totais no sangue
RUM-	Tempo de ruminação
SAL	Sal mineral
SM	Silagem de milho
ST	Sólidos totais do leite
TD	Torta de dendê
TL	Torta de licuri



## SUMÁRIO

## Página

### **Utilização de torta de licuri e torta de dendê na alimentação de cabras em lactação**

Resumo geral.....	1
General abstract.....	3
Introdução Geral.....	5
Referências Bibliográficas.....	7

### **CAPÍTULO I - Desempenho produtivo e perfil metabólico em cabras submetidas a dietas com torta de licuri.**

Resumo.....	11
Abstract.....	11
Introdução.....	12
Material e métodos.....	13
Resultados.....	19
Discussão.....	23
Conclusão.....	26
Referências Bibliográficas.....	26

### **CAPÍTULO II - Torta de licuri em dietas para cabras em lactação: aspectos qualitativos do leite e queijo**

Resumo.....	33
Abstract.....	33
Introdução.....	34
Material e métodos.....	35
Resultados.....	43
Discussão.....	49
Conclusão.....	52
Referências bibliográficas.....	53

### **CAPÍTULO III Desempenho produtivo e perfil metabólico em cabras submetidas a dietas com torta de dendê.**

Resumo.....	63
Abstract.....	64
Introdução.....	64
Material e métodos.....	65
Resultados .....	72
Discussão.....	76
Conclusões.....	81
Referências bibliográficas.....	81

**CAPÍTULO IV - Torta de dendê em dietas para cabras em lactação:  
aspectos qualitativos do leite e queijo**

Resumo simples.....	88
Resumo.....	88
Introdução.....	89
Material e métodos.....	90
Resultados.....	96
Discussão .....	102
Conclusões .....	106
Referências bibliográficas .....	108
<b>Considerações finais .....</b>	<b>114</b>

## RESUMO

Objetivou-se com estes experimentos avaliar os efeitos da inclusão da torta de licuri (TL) e da torta de dendê (TD) em dietas para cabras em lactação sobre o desempenho produtivo e metabólico e sobre os parâmetros de qualidade físico-químicas e sensoriais do queijo minas frescal. Cada experimento foi conduzido com doze cabras em lactação, oito Saanen (dois quadrados) e quatro Anglo-Nubiana (um quadrado), distribuídas em delineamento em quadrado latino 4 x 4 triplicado, sendo quatro tratamentos referentes a inclusão da TL (0, 67, 133 e 200 g/kg na MS da dieta total) ou quatro tratamentos referentes a inclusão da TD (0, 80, 160 e 240 g/kg na MS da dieta total). Os efeitos dos níveis de inclusão da TL e da TD foram avaliados através do ajuste de contrastes ortogonais no qual considerou-se o nível de 5% de probabilidade. Para os parâmetros sensoriais realizou-se a análise de componentes principais. A inclusão da TL não influenciou no consumo de matéria seca ( $P > 0,005$ ), porém, promoveu acréscimo no consumo de fibra em detergente neutro ( $P < 0,001$ ), decresceu os consumos de extrato etéreo ( $P = 0,035$ ) e carboidratos não fibrosos ( $P < 0,001$ ). Houve redução da digestibilidade da matéria seca ( $P = 0,018$ ) e aumento da digestibilidade da fibra em detergente neutro ( $P = 0,036$ ). As eficiências de alimentação ( $P = 0,005$ ) e ruminação da fibra em detergente neutro ( $P < 0,0001$ ) aumentaram com a inclusão de TL. A produção e composição do leite não foram influenciadas pela inclusão da TL nas dietas, assim como a eficiência na produção de leite ( $P > 0,05$ ). O balanço de nitrogênio foi semelhante para todas as dietas testadas. A inclusão da TL reduziu a umidade ( $P = 0,0125$ ) dos queijos. O teor de extrato etéreo do queijo teve comportamento quadrático ( $P = 0,0208$ ) em função da inclusão da TL, enquanto que não teve efeito sobre o rendimento do queijo. A utilização da análise de componentes principais para analisar os atributos sensoriais resultou em uma separação das amostras de queijo. No experimento com inclusão da TD observou-se decréscimo gradativo no consumo de matéria seca ( $P < 0,001$ ), proteína bruta ( $P < 0,001$ ), fibra em detergente neutro (FDN) ( $P < 0,01$ ) e carboidratos não fibrosos ( $P < 0,01$ ), assim como a digestibilidade da matéria seca ( $P = 0,031$ ). A produção de leite ( $P < 0,001$ ) reduziu gradativamente, porém, a inclusão da TD não influenciou a eficiência na produção de leite ( $P > 0,05$ ). As eficiências de alimentação e ruminação da matéria seca e da FDN foram reduzidas ( $P < 0,001$ ). As porcentagens de gordura e sólidos totais ( $P = 0,024$ ) do leite foram influenciadas de forma quadrática. A utilização da TD foi associada com a redução da umidade do queijo

( $P=0,004$ ), o que comprometeu o rendimento do queijo ( $P=0,030$ ). Observou-se alterações no perfil de ácidos graxos do leite em função da inclusão da TD como aumento dos ácidos graxos monoinsaturados ( $P=0,008$ ) e comportamento quadrático para a relação entre os ácidos graxos poli-insaturados e saturados ( $P=0,022$ ) e para o índice de trombogenicidade ( $P=0,023$ ). A análise de componentes principais indicou que os tratamentos controle e com  $80 \text{ g kg}^{-1}$  de TD foram os mais aceitos pelos provadores. Desta forma recomenda-se a inclusão de 133 g de torta de licuri por kg na MS da dieta total de cabras em lactação, visto que neste nível não teve redução no consumo e produção de leite e teve melhor avaliação quanto ao sabor e textura do queijo minas frescal. Porém a utilização da torta de dendê em dietas para cabras em lactação não é recomendada visto que reduz consumo e conseqüentemente a produção de leite das cabras.

**Palavras-chave:** ácidos graxos, análise sensorial, cabra leiteira, coproduto, eficiência de produção de leite, nutrição de ruminantes.

## ABSTRACT

The objective of these experiments was to evaluate the effects of the inclusion of licuri cake (LC) and palm kernel cake (PKC) in diets for lactating goats on the productive and metabolic performance and on the physicochemical and sensory quality parameters of the minas frescal cheese. Each experiment was conducted with twelve lactating goats, eight Saanen (two squares) and four Anglo-Nubian (one square), distributed in a Latin square design triplicate (4 x 4), with four treatments referring to the inclusion of LC (0, 67, 133 and 200 g/kg in the DM of the total diet) and four treatments referring to the inclusion of PKC (0, 80, 160 and 240 g/kg in the DM of the total diet). The effects of the LC and PKC inclusion levels were evaluated through the adjustment of orthogonal contrasts in which the 5% probability level was considered. For the sensory parameters, the analysis of principal components was carried out. The inclusion of LC did not influence the consumption of dry matter ( $P>0.05$ ), however, it promoted an increase in the consumption of neutral detergent fiber ( $P<0.001$ ), decreased the consumption of ether extract ( $P=0.035$ ) and non-fibrous carbohydrates ( $P<0.001$ ). There was a reduction in dry matter digestibility ( $P=0.018$ ) and an increase in neutral detergent fiber digestibility ( $P=0.036$ ). Feeding ( $P=0.005$ ) and rumination efficiencies of neutral detergent fiber ( $P<0.0001$ ) increased with the inclusion of LC. Milk production and composition were not influenced by the inclusion of LC in the diets, as well as milk production efficiency ( $P>0.05$ ). Nitrogen balance was similar for all tested diets. The inclusion of LC reduced the moisture ( $P=0.0125$ ) of the cheeses. The ether extract content of the cheese had a quadratic behavior ( $P = 0.0208$ ) as a function of the inclusion of LC, while it had no effect on the cheese yield. The use of principal component analysis to analyze sensory attributes resulted in a separation of the cheese samples. In the experiment with the inclusion of PKC, a gradual decrease was observed in the consumption of dry matter ( $P<0.001$ ), crude protein ( $P<0.001$ ), neutral detergent fiber (NDF) ( $P<0.01$ ) and non-fibrous carbohydrates ( $P<0.01$ ), as well as dry matter digestibility ( $P=0.031$ ). Milk production was ( $P<0.001$ ) gradually reduced, however, the inclusion of PKC did not influence the efficiency of milk production ( $P>0.05$ ). Feeding and rumination efficiencies of dry matter and NDF were reduced ( $P<0.001$ ). The percentages of fat and total solids ( $P=0.024$ ) of the milk were influenced in a quadratic way. The use of PKC was associated with reduced cheese moisture ( $P=0.004$ ), which compromised cheese yield ( $P=0.030$ ). Changes were observed in the fatty acid profile of

milk due to the inclusion of PKC as an increase in monounsaturated fatty acids ( $P=0.008$ ) and quadratic behavior for the relationship between polyunsaturated and saturated fatty acids ( $P=0.022$ ) and for the thrombogenicity index ( $P=0.023$ ). The principal components analysis indicated that the control and treatments with 80 g kg<sup>-1</sup> of PKC were the most accepted by the panelists. In this way, it is recommended to include 133 g of licuri cake per kg in the DM of the total diet of lactating goats, since at this level there was no reduction in consumption and milk production and had a better evaluation regarding the flavor and texture of the minas frescal cheese. However, the use of palm kernel cake in diets for lactating goats is not recommended as it reduces consumption and consequently the milk production of goats.

**Keywords:** fatty acids, sensory analysis, dairy goat, co-product, milk production efficiency, ruminant nutrition.

## INTRODUÇÃO GERAL

### UTILIZAÇÃO DE TORTA DE LICURI E TORTA DE DENDÊ NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS EM LACTAÇÃO

O interesse por produtos lácteos caprinos vai além da contribuição nutricional, visto seu papel já reconhecido na saúde humana como glóbulos de gordura reduzidos, menor proporção de proteínas de maior potencial alergênico (CLARK e GARCÍA, 2017). Estes fatores impulsionaram a demanda por leite e queijo de cabra.

Para atender a demanda é necessário intensificar a tecnologia de produção. A adoção de sistemas intensivos, como o confinamento, é uma importante estratégia para aumentar a produtividade (DENTLER et al., 2020). No entanto, a adoção do confinamento no sistema de produção está associada ao aumento nos custos de produção em decorrência da utilização de alimentos concentrados (MCGRATH et al., 2017).

Redução nos custos com a alimentação pode ser realizada com a inclusão de ingredientes não tradicionais, desta forma, diminui a dependência por ingredientes de maior valor comercial, como por exemplo, o milho moído e o farelo de soja (FERREIRA et al., 2017) Dentre os alimentos alternativos com potencial de serem utilizados na alimentação animal temos as tortas, obtidas por meio da extração mecânica do óleo dos frutos de palmeiras (BARBOSA et al., 2020).

O licurizeiro (*Syagrus coronata*) é uma palmeira bem adaptada às regiões secas e áridas da caatinga e possui grande potencial energético com seu uso voltado para os gêneros alimentícios, construções, cosméticos, produtos de higiene, artesanais e medicinais (RUFINO et al., 2008). Embora atualmente as principais finalidades da extração do licuri seja para os fins acima citados, estudos têm sido realizados visando a sua utilização na produção de biocombustíveis (ARAÚJO et al., 2019). Logo, existe perspectiva de aumento na produção do fruto, e consequentemente, aumento na oferta de coprodutos e resíduos. A torta de licuri (TL), coproduto da extração do óleo de licuri, possui teor de proteína que varia entre 222 - 261 g/kg na MS, extrato etéreo de 64 - 147 g/kg na MS e de fibra de 483 - 505 g/kg na MS (VALADARES FILHO et al., 2018; BAGALDO et al., 2019; COSTA et al., 2019; e SILVA et al., 2021).

O dendezeiro (*Elaeis guineenses*) é uma planta de origem Sul- africana que tem seu cultivo distribuído por muitos países devido a sua capacidade de adaptação à diversas condições climáticas e de solo (KHATUN et al., 2017). O dendê tem muitas

finalidades, porém, se destaca por seu elevado potencial bioenergético (KHATUN et al., 2017). A torta de dendê (TD), coproduto da extração do óleo de dendê, possui teor de proteína que varia entre 143 – 169 g/kg na MS, extrato etéreo 74 – 105 g/kg na MS e fibra 548 – 656 g/kg na MS (OLIVEIRA et al., 2017; RIBEIRO et al., 2018; VALADARES FILHO et al., 2018; RODRIGUES et al., 2021).

Desta forma, conhecendo a composição nutricional das tortas é possível incluí-las no balanceamento das dietas de animais ruminantes, atendendo a demanda energética e proteica para manutenção e produção (carne e leite) em substituição a concentrados tradicionais como o milho e farelo de soja. Assim, estudos têm sido realizados para avaliar a utilização das TL e TD e dendê na alimentação animal.

Para novilhas confinadas recomenda-se a inclusão da TL até o nível de 85 g/kg na MS da dieta total (SANTOS et al., 2020). Para cabritos em sistema de confinamento submetidos a dietas de alto concentrado, recomenda-se a inclusão de TL de até 100 g/kg na MS da dieta total (SILVA et al., 2021). Para cordeiros em sistema de pastejo, a TL pode ser incluída no suplemento em até 174 g/kg na MS do concentrado (BAGALDO et al., 2019). E para vacas em lactação a pasto, se recomenda a inclusão de até 70 g/kg de TL com base na dieta total (COSTA et al., 2019).

Oliveira et al. (2017) estudaram a inclusão da TD na alimentação de caprinos machos e relataram que a inclusão de até 210 g/kg na MS da dieta total não altera o consumo de matéria seca (CMS). Para cabras de descarte confinadas, submetidas a dietas de alto concentrado recomenda-se a inclusão de TD de 108 g/kg na MS na dieta total (SILVA et al., 2020). A TD também foi recomendada na dieta de bovinos machos confinados no nível de inclusão de até 240 g/kg com base na dieta total (LISBOA et al., 2021).

Visto isso, há divergências quanto ao nível de inclusão das tortas de licuri e dendê na dieta de ruminantes, sendo importante observar as particularidades de cada espécie. Portanto, são necessários mais estudos que avaliem os níveis adequados para maximizar o desempenho produtivo e reduzir custos de produção.

Cabras em lactação são animais cuja exigência nutricional diferencia-se das outras espécies e dentro do mesmo grupo genético pode variar em função do peso corporal, idade, período de lactação, entre outros. Assim, hipotetiza-se que há um nível de TL e TD para uso em dietas para cabras lactantes que possibilite desempenho produtivo e metabólico satisfatórios. Neste contexto, objetivou-se avaliar a inclusão da TL (0, 67,



133 e 200 g/kg na MS da dieta total) e de TD (0, 80, 160 e 240 g/kg na MS da dieta total) em dietas para cabras em lactação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, P. H.; MAIA, A. S.; CORDEIRO, A. M.; GONDIM, A. D.; SANTOS, N. A. Catalytic deoxygenation of the oil and biodiesel of Licuri (*Syagrus coronata*) to obtain n-alkanes with chains in the range of biojet fuels. **ACS omega**, v. 4, n. 14, p. 15849-15855, 2019.

BAGALDO, A. R.; MIRANDA, G. S.; SOARES JÚNIOR, M. S. F.; ARAÚJO, F. L.; MATOSO, R. V. M.; CHIZZOTTI, M. L.; BEZERRA, L. R.; OLIVEIRA, R. L.. Effect of Licuri cake supplementation on performance, digestibility, ingestive behavior, carcass traits and meat quality of grazing lambs. **Small Ruminant Research**, v. 177, p. 18–24, 2019.

BARBOSA, J. E. P.; ROCHA, V. R.; PEITER, A. S. Extração de óleo do ouricuri (*syagrus coronata*) utilizando a prensagem mecânica. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 6, p. 3458-3466, 2020.

CLARK, S.; GARCÍA, M. B. M. A. 100-year review: Advances in goat milk research. **Journal. Dairy Science**. V. 100, p. 10026–10044, 2017.

COSTA, E. G. L.; SILVA, F. F.; SILVA, R. R.; PORTO, A. F.; SANTIAGO, B. M.; ROCHA, L. C.; CRUZ A. G.; GUEDES, A. C. F.; NETO, T.; VIEIRA, E. A. Inclusion of licuri meal in the diet of pasture dairy cows. **Tropical animal health and production**, V. 51, n. 8, p. 2505-2511, 2019.

DENTLER, J.; KIEFER, L.; HUMMLER, T.; BAHRS, E.; ELSAESSER, M. The impact of low-input grass-based and high-input confinement-based dairy systems on food production, environmental protection and resource use. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 44, p. 1089–1110, 2020.

FERREIRA, A.C.; VIEIRA, J.F.; BARBOSA, A.M.; SILVA, T.M.; BEZERRA, L.R.; NASCIMENTO JUNIOR, N.G.; FREITAS JUNIOR, J.E.; JAEGER, S.M.P.L.; OLIVEIRA, P.A.; OLIVEIRA, R.L. Effect of replacing ground corn and soybean meal with licuri cake on the performance, digestibility, nitrogen metabolism and ingestive behavior in lactating dairy cows. **Animal Journal**, v.11, n.11, p.1957-1965, 2017.

GOETSCH, A.; ZENG, S.; GIPSON, T. Factors affecting goat milk production and quality. **Small Ruminants Research**. v. 101, p. 55–63, 2011.

KHATUN, R.; REZA, M. I. H.; MONIRUZZAMAN, M.; YAAKOB, Z. Sustainable oil palm industry: The possibilities. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 76, p. 608–619, 2017.

LISBOA, M. M.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, J. W. D.; PAIXÃO, T. R.; SILVA, A. P. G.; CARVALHO, V. M.; SANTOS, L. V.; SANTOS, M. C.; LIMA JÚNIOR, D. M. (2021). Replacing sorghum with palm kernel cake in the diet decreased intake without altering crossbred cattle performance. **Tropical Animal Health and Production**. v.53, n. 1, p.1-6, 2021.

MCGRATH, J.; DUVAL, S.M.; TAMASSIA, L.F.M.; KINDERMANN, M.; STEMMLER, R.T.; GOUVE, V.N.; ACEDO, T.S.; IMMIG, I.; WILLIAMS, S.N.; CELI, P. Nutritional strategies in ruminants: A lifetime approach. **Research in Veterinary Science**. v. 116, p. 28–39, 2017.

OLIVEIRA, R.L.; DE CARVALHO, G.G.P.; OLIVEIRA, R.L.; TOSTO, M.S.L.; SANTOS, E.M.; RIBEIRO, R.D.X.; SILVA, T.M.; CORREIA, B.R.; DE RUFINO, L.M.A. Palm kernel cake obtained from biodiesel production in diets for goats: Feeding behavior and physiological parameters. **Tropical Animal Health and Production**. v. 49, p. 1401–1407, 2017.

RIBEIRO, R. D. X.; OLIVEIRA, R. L.; OLIVEIRA, R. L.; CARVALHO, G. G. P.; MEDEIROS, A. N.; CORREIA, B. R.; SILVA, T. M.; BEZERRA, L. R. Palm kernel cake from the biodiesel industry in diets for goat kids. Part 1: Nutrient intake and utilization, growth performance and carcass traits. **Small Ruminant Research**. v. 165, p. 17–23, 2018.

RODRIGUES, T.C.G.C.; SANTOS, S.A.; CIRNE, L.G.A.; PINA, D.S.; ALBA, H.D.R.; DE ARAÚJO, M.L.G.M.L.; SILVA, W.P.; NASCIMENTO, C.O.; RODRIGUES, C.S.; DE CARVALHO, G.G.P. Palm kernel cake in high-concentrate diets improves animal performance without affecting the meat quality of goat kids. **Animal Production Science**. v. 61, p. 78–89, 2021.

RUFINO, M. U. D. L.; COSTA, J. T. D. M.; SILVA, V. A. D.; ANDRADE, L. D. H. C. Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phalerata*) em Buíque, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v. 22, p. 1141-1149, 2008.

SANTOS, M. C.; SILVA, R. R.; DA SILVA, F. F.; DE OLIVEIRA, A. B.; SANTOS, L. V.; PAIXÃO, T. R.; SILVA, A. P. G.; SILVA, J. W. D.; BARBOSA, R. P.; COSTA, G. D. Nutrient intake and ingestive behavior of feedlot steers fed with licuri cake. **Tropical animal health and production**. v.1, p. 1-7, 2020.

SILVA, W. P.; SANTOS, S. A.; CIRNE, L. G.; PINA, D. D. S.; ALBA, H. D.; RODRIGUES, T. C. G. C.; ARAÍJO, M. L. G. M. L; LIMA, V. G. O.; GALVÃO, J. M.; RODRIGUES, C. S.; CARVALHO, G. G. P. Carcass characteristics and meat quality of feedlot goat kids fed high-concentrate diets with licury cake. **Livestock Science**, v. 244, p. 104391, 2021A.

SILVA, L. O.; CARVALHO, G. G. P.; TOSTO, M. S. L.; LIMA, V. G. O.; CIRNE, L. G. A.; SANTOS PINA, D.; SANTOS S. A.; RODRIGUES, C. S.; AZEVEDO, J. A. G. Digestibility, nitrogen metabolism, ingestive behavior and performance of feedlot goats fed high-concentrate diets with palm kernel cake. **Livestock Science**, v. 241, p. 104226, 2020.

VALADARES FILHO, S.C.; LOPES, S.A.; SILBA, B. C.; CHIZZOTTI, M. L.; BISSARO, L.Z. CQBAL 4.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes. 2018. Disponível em: [www.cqbal.com.br](http://www.cqbal.com.br). Acesso em: 03 de março de 2022.

## **CAPÍTULO I**

**Desempenho produtivo e perfil metabólico em cabras submetidas a dietas com torta de licuri.**

## **Desempenho produtivo e perfil metabólico em cabras submetidas a dietas com torta de licuri.**

### **Productive performance and metabolic profile in goats fed diets with licuri cake.**

#### **RESUMO**

Objetivou-se com este experimento avaliar os efeitos da inclusão da torta de licuri (TL) em dietas para cabras em lactação sobre o desempenho produtivo e metabólico. Doze cabras em lactação, oito Saanen (dois quadrados) e quatro Anglo-Nubiana (um quadrado), com peso corporal médio de  $37,93 \pm 9,22$  e  $35 \pm 5$  dias em lactação, foram distribuídas em um delineamento em quadrado latino 4x4 triplicado, sendo quatro tratamentos referentes a inclusão da TL (0, 67 133 e 200 g/kg na MS da dieta total). O efeito do nível de inclusão da TL foi avaliado através do ajuste de contrastes ortogonais e considerou-se como significativo quando o P-valor foi menor de 0,05. A inclusão da TL não influenciou no consumo de matéria seca ( $P > 0,05$ ), porém, promoveu acréscimo no consumo de fibra em detergente neutro ( $P < 0,001$ ), e fibra em detergente neutro potencialmente digestível ( $P < 0,001$ ) e decresceu os consumos de extrato etéreo ( $P = 0,035$ ) e carboidratos não fibrosos ( $P < 0,001$ ). Houve redução da digestibilidade da matéria seca ( $P = 0,018$ ) e aumento da digestibilidade da fibra em detergente neutro ( $P = 0,036$ ). As eficiências de alimentação ( $P = 0,005$ ) e ruminação da fibra em detergente neutro ( $P < 0,0001$ ) aumentaram com a inclusão de TL. A produção e composição do leite não foram influenciadas pela inclusão da TL nas dietas, assim como a eficiência na produção de leite ( $P > 0,05$ ). O balanço de nitrogênio foi semelhante para todas as dietas testadas. Recomenda-se a inclusão de até 200 g/kg na MS da dieta total de TL na alimentação de cabras em lactação.

**Palavras-chave:** Caprinos; coproduto; eficiência produtiva; nutrição de ruminantes.

#### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the effects of licuri cake (LC) inclusion in diets for lactating goats on productive and metabolic performance. Twelve lactating goats, eight Saanen and four Anglo-Nubian, with average body weight of  $37.93 \pm 9.22$  and  $35 \pm 5$  days in lactation were distributed in a triplicate 4 x 4 Latin square design, with four treatments (0, 67, 133 and 200 g/kg LC based on total dry matter). The effect of the TL inclusion level was evaluated by adjusting orthogonal contrasts and was considered

significant when the P-value was less than 0.05. The inclusion of LC did not influence the dry matter intake, however, the LC inclusion increased neutral detergent fiber ( $P < 0.001$ ) and potentially digestible neutral detergent fiber ( $P < 0.001$ ) intakes. On the other hand, LC inclusion reduced ether extract ( $P = 0,035$ ) and non-fibrous carbohydrates ( $P < 0.001$ ) intake. There was a reduction in dry matter digestibility ( $P = 0.018$ ) and an increase in neutral detergent fiber digestibility ( $P = 0.036$ ). Feeding ( $P = 0.05$ ) and rumination ( $P < 0.0001$ ) efficiencies increased with LC inclusion. Milk production and composition were not influenced by the inclusion of TL in the diets, as well as the efficiency of milk production ( $P > 0.05$ ). Nitrogen balance was similar for all tested diets. Recommended the LC inclusion of up to 200 g/kg DM in diets for lactating goats.

**keywords:** Co-product; goats; productive efficiency; ruminant nutrition.

## INTRODUÇÃO

Os impactos negativos da produção sazonal de forragem em animais leiteiros podem ser minimizados com a adoção do confinamento. Isso permite a regularidade da oferta de leite para atender as demandas do mercado.

No entanto, o confinamento está relacionado com o aumento nos custos de produção, dos quais, os maiores custos são com a alimentação (MCGRATH et al., 2017). Por isso, a utilização de alimentos alternativos, em substituição aos convencionais (e.g.: milho moído e farelo de soja), é uma estratégia necessária para reduzir os custos de produção e, conseqüentemente, aumentar o retorno econômico da atividade.

Coprodutos da agroindústria têm sido estudados como alimentos alternativos, o que contribui com a redução dos custos. Dentre eles tem-se a torta de licuri (TL), que é coproduto da produção do óleo de licuri, extraído do fruto do licurizeiro (*Syagrus coronata*) pelo método de prensagem (SOUZA et al., 2018) ao invés da utilização de solventes. A TL, além de ter menor valor comercial, quando comparado aos ingredientes tradicionalmente utilizados na alimentação animal, apresenta composição química compatível para ser utilizada na alimentação animal, por possuir, em média, 222 - 248 g/kg na MS de proteína bruta, 61 - 156 g/kg na MS de extrato etéreo e 486 - 568 g/kg na MS de fibra em detergente neutro (SANTOS et al., 2020; SILVA et al., 2021a; SILVA et al., 2021b).

Ferreira et al. (2017) relataram que a inclusão da TL na alimentação de vacas em lactação reduziu em 38,5% o custo do concentrado, o que mostra o potencial desse coproduto na alimentação animal, podendo reduzir os custos de produção.

Silva et al. (2021) reportaram resultados promissores do uso da TL para cabritos confinados, em dietas com alto teor de concentrado, com a indicação de até 100 g/kg de TL na MS da dieta total. Em cordeiros a pasto, suplementados com TL, recomendaram-se a inclusão de 174 g/kg na MS do concentrado (BAGALDO et al., 2019) e para vacas em lactação a pasto a recomendação foi de até 70 g/kg de TL com base na dieta total (COSTA et al., 2019). Porém, não há trabalhos sobre a inclusão de TL em dietas de cabras em lactação.

Assim, hipotetiza-se a inclusão da TL na dieta de cabras lactantes não reduzirá a produção de leite. Neste contexto, objetivou-se avaliar a inclusão da TL em dietas para cabras em lactação sobre os parâmetros de consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo, produção e composição do leite, parâmetros sanguíneos e balanço de nitrogênio.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Considerações éticas e de localização**

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal da Bahia (UFBA) sob o número 73/2018.

O experimento foi conduzido entre outubro e dezembro de 2018, no setor de caprinocultura da Fazenda Experimental da Universidade Federal da Bahia, localizado no município de Entre Rios, região nordeste da Bahia, Brasil (11° 56'31" S, 38° 05'04" W e 162 m de altitude). A região tem uma temperatura média mínima de 22 °C, temperatura média máxima de 29 °C, precipitação média anual de 1.000–1.251 mm e clima quente e semi-úmido (KOOPEN, 1931).

### **Animais, delineamento e manejo experimental**

O experimento foi conduzido segundo delineamento em quadrado latino triplicado (4 x 4), com doze cabras multíparas, dois quadros de cabras da raça Saanen e um quadro de cabras da raça Anglo Nubiana, com peso corporal médio de 37,93±9,22 kg, 35±5 dias em lactação e produção de leite de 0,7±0,4 kg de leite/dia.

O período experimental foi de 71 dias, em que os 15 primeiros foram destinados a pré adaptação ao manejo e os 56 dias restantes foram divididos em 4 períodos. Cada período experimental teve duração de 14 dias, sendo os quatro últimos dias destinados às coletas de amostras e dados. As dietas foram formuladas segundo o NRC (2007) para atender as exigências de manutenção e produção de leite de cabras adultas em lactação, e consistiram em uma dieta sem inclusão de TL e com níveis de inclusão de 67, 133 e 200 g/kg com base na matéria seca (MS) da dieta total (Tabela 1). A TL foi moída em um moinho forrageiro em peneira de crivo 5 mm. O volumoso utilizado foi a silagem do milho e a proporção de volumoso:concentrado foi de 50:50.

Os animais foram manejados em baias individuais de 1,5 m<sup>2</sup>, com piso suspenso e de madeira ripada, providas de cochos e bebedouros com livre acesso a água e comida.

**Tabela 1.** Proporção dos ingredientes (g/kg) e composição química (g/kg) das dietas com torta de licuri.

Itens	Torta de licuri (g/kg)				TL	SM
	0	67	133	200		
<b>Ingredientes (g/kg)</b>						
Silagem de milho	500,0	500,0	500,0	500,0	-	-
Torta de licuri	0,0	67,0	133,0	200,0	-	-
Milho moído	225,0	183,0	146,0	108,0	-	-
Farelo de algodão	200,0	175,0	146,0	117,0	-	-
Gérmen de milho	17,0	17,0	17,0	17,0	-	-
Farelo de soja	42,0	42,0	42,0	42,0	-	-
Ureia	8,0	8,0	8,0	8,0	-	-
Sal mineral <sup>1</sup>	8,0	8,0	8,0	8,0	-	-
<b>Composição química (g/kg MS)</b>						
Matéria seca (g/kg MN)	620,0	620,7	621,3	621,8	913,2	346,1
Cinzas	34,0	33,0	30,5	35,1	32,1	37,9
Proteína bruta	184,6	184,2	182,8	178	176,6	107,6
Extrato etéreo	40,6	39,4	38,0	36,6	33,9	18,7
FDNcp <sup>2</sup>	382,6	411,8	440,0	468,3	637,2	559,9
FDACP <sup>3</sup>	258,8	279,4	299,1	318,8	487,4	331,2
FDNpd <sup>4</sup>	223,2	240,1	256,4	272,7	368,8	328,3
NIDN <sup>5</sup>	-	-	-	-	13,7	2,7
NIDA <sup>6</sup>	-	-	-	-	3,1	1,9
Lignina	81,5	90,2	98,7	107,1	218,2	76,7
Carboidratos não fibrosos	374,5	323,3	299,6	273,0	120,2	275,9
Nutrientes digestíveis totais*	768,7	735,6	725,9	710,7	610,6	718,2

TL – torta de licuri; SM – silagem de milho; <sup>1</sup>Níveis de garantia (por kg de elementos ativos): Cálcio - 183,00 g, Fósforo - 60,00 g, Potássio - 28,00 g, Enxofre - 16,00 g, Magnésio - 20,00 g, Cobre - 250,00



mg, Cobalto - 30,00 mg, Cromo - 10,00 mg, Ferro - 250,00 mg, Iodo - 70,00 mg, Manganês - 1.500,00 mg, Selênio - 30,00 mg, Zinco - 3.500,00,00 mg, Flúor (máx.) - 600,00 mg. MS – matéria seca, MN – matéria natural <sup>2</sup>fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; <sup>3</sup>fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína; <sup>4</sup>FDN potencialmente digestível; NIDN – nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA – nitrogênio insolúvel em detergente; \*Cruz et al., (2021)

As dietas foram fornecidas na forma de mistura completa duas vezes ao dia (08:00 e 15:00 h). O alimento fornecido, assim como as sobras, foram pesados diariamente para o controle do consumo diário dos animais e o ajuste do alimento fornecido, de maneira a garantir aproximadamente 20% de sobras.

A ordenha foi realizada diariamente, de forma manual, uma vez ao dia (07:00 h), com utilização de iodo glicerinado 0,5% para *pré e pós dipping*. Os primeiros jatos de leite foram desprezados em uma caneca de fundo escuro para detecção de possíveis casos de mastite. A ordenha foi realizada nas baias de confinamento previamente higienizadas.

### **Pesagem dos animais**

O peso corporal médio dos animais foi obtido após o período de pré adaptação dos animais ao manejo e no 14º dia de cada período experimental. As pesagens foram realizadas antes do fornecimento das dietas, pela manhã e com o auxílio da balança Laboremus Mécânica modelo BL3000S – PRO.

### **Consumo e digestibilidade de componentes nutricionais**

As coletas de amostras das dietas fornecidas, e das sobras, foram realizadas nos quatro últimos dias de cada período experimental, e ao finalizar o período, formou-se uma composta das amostras de sobras por animal e por período.

O consumo (g/dia) foi calculado por meio da diferença entre a quantidade de alimento presente na dieta e a quantidade de alimento contido nas sobras.

A digestibilidade aparente foi determinada pelo método indireto, por meio da coleta de fezes diretamente da ampola retal entre o 12º e 14º dia de cada período experimental. As amostragens realizadas durante os três dias consecutivos foram feitas nos seguintes horários: 12º dia (08:00 h e 14:00 h), 13º dia (10:00h e 16:00h) e 14º dia (12:00 h e 18:00 h) (LAZZARINI et al., 2016). Após as coletas, as fezes foram pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 55 °C. Seguidamente, as amostras foram pesadas e fez-se uma composta, padronizando o peso das seis coletas. Após o ensaio de digestibilidade, as amostras coletadas das dietas, sobras e fezes foram processadas e

armazenadas para posterior determinação dos teores de matéria seca (MS), cinzas, extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF).

A excreção fecal total foi estimada utilizando a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno (REIS et al., 2017).

A estimativa da digestibilidade aparente total foi determinada pela proporção do alimento ingerido que não foi recuperado nas fezes. Os coeficientes de digestibilidade (CD) da MS, PB, FDN e EE foram calculados segundo Berchielli et al. (2011) da seguinte forma:

$$CD = \frac{[(\text{kg da fração ingerida} - \text{kg da fração excretada}) / (\text{kg da fração ingerida})] \times 100}{100}$$

### **Comportamento ingestivo**

Os animais foram submetidos à observação visual (11º dia de cada período experimental), durante um período de 24 h, em intervalos de 5 min, para avaliação dos tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio (Johnson e Combs, 1991). Os dados do comportamento ingestivo foram registrados por oito avaliadores treinados no qual intercalaram em duplas a cada duas horas, posicionados de modo a haver mínima interferência no comportamento dos animais. Durante as avaliações noturnas o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

As variáveis de tempo em alimentação, ruminação e ócio foram obtidas pela multiplicação do número de observações da atividade pelo intervalo de tempo entre as observações. Os dados de períodos foram obtidos por meio da observação da quantidade de episódios em intervalo de 24 h. E a eficiência de alimentação e ruminação da MS e da FDN foram calculadas dividindo os consumos desses nutrientes pelo tempo gasto com alimentação e ruminação (BÜRGER et al., 2000).

Já as variáveis de frequência de alimentação, ruminação e ócio, foram contabilizados pelos números de vezes que as observações foram registradas sem interrupções. Os resultados de eficiência de alimentação e ruminação da MS e da FDN foram calculados dividindo os consumos desses nutrientes pelo tempo gasto com alimentação e ruminação, respectivamente. Os dados referentes ao comportamento ingestivo foram obtidos de acordo com a metodologia descrita por Bürger *et al.* (2000).

### **Produção, composição e qualidade do leite**

A produção diária do leite das cabras foi registrada por meio de pesagem durante todo o período experimental, porém apenas os dados de produção dos quatro últimos dias de cada período experimental foram considerados.

Para calcular a produção de leite corrigida para gordura (4%) em gramas por dia utilizou-se a fórmula descrita no NRC (2001):  $PLCG = 0,4 * \text{produção de leite (g/dia)} + 15 * \text{gordura do leite (g/dia)}$ .

A amostra coletada foi armazenada em frasco plástico com conservante 2-bromo 2-nitropropano 1-3-diol (bromopol), para as análises de proteína, gordura, lactose, nitrogênio ureico e sólidos totais, por meio do analisador infravermelho Bentley-2000 da Bentley Instruments® (Bentley Instruments Inc., Curitiba, Paraná, Brasil) (BENTLEY INSTRUMENTS, 1995a). A contagem de células somáticas foi realizada no aparelho Somacount-500 da Bentley Instruments® (Bentley Instruments Inc., Curitiba, Paraná, Brasil) (BENTLEYINSTRUMENTS, 1995b). Estas análises foram realizadas no laboratório da Clínica do Leite ESALQ/USP, em Piracicaba- SP.

A eficiência de produção de leite foi obtida pela divisão da produção de leite (gramas) pela ingestão de matéria seca (gramas).

### **Análises laboratoriais**

As amostras dos ingredientes, dietas fornecidas, sobras, fezes e urina foram processadas e analisadas no Laboratório de Nutrição Animal, pertencente à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia.

As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 h. Após a pré-secagem, procedeu-se a moagem em moinho tipo Willey, dotado de peneiras de crivos 1 mm de diâmetro para as análises de composição bromatológicas e de 2 mm para avaliação da FDNi.

As análises realizadas foram: MS (método 934.01), MM (método 930.06), EE (método 920.39) e PB (método 981.10) (AOAC, 2005).

Para as análises da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), utilizou-se a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). A FDN e FDA foram corrigidas para cinza (MERTENS, 2002) e proteína (LICITRA et al., 1996).

A lignina foi determinada de acordo com o método 973.18 da AOAC (2005).

A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi determinada por meio da incubação das amostras pelo método *in situ*, em sacos de TNT (100 g m<sup>2</sup>), seguindo a metodologia descrita por Reis et al. (2017). A fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd) foi obtida pela diferença entre a fibra em detergente neutro corrigida pra cinza e proteína (FDNcp) e a FDNi.

Para estimar o valor de carboidratos não fibrosos da torta de licuri e da silagem de milho utilizou-se a equação proposta por Hall (2003):  $CNF (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + cinza + \%FDNcp)$ .

Para estimar o valor de carboidratos não fibrosos das dietas utilizou-se a equação proposta por Detmann e Valadares Filho (2010):

$$CNF (\%) = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ ureia} + \%ureia) + \%EE + \%MM + \%FDN]$$

As digestibilidades aparentes dos componentes nutricionais e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimadas com as fórmulas propostas por Cruz et al. (2021) para pequenos ruminantes.

### **Parâmetros sanguíneos**

Foram coletadas amostras de sangue no 14º dia de cada período experimental. As coletas foram realizadas quatro horas após a alimentação, mediante punção venosa da veia jugular em tubos a vácuo (*vacutainer*). Em seguida, foi realizada a centrifugação a 3.500 rpm por 15 min para a obtenção do soro sanguíneo, sendo este então armazenado em *ependorfs* devidamente identificados e conservados em freezer a -20°C para análises posteriores.

As determinações das concentrações séricas de albumina, proteína total e ureia, foram realizadas pelo método colorimétrico, com o auxílio de *kits* comerciais (Doles Reagentes Ltd., Goiânia, Goiás, Brasil), sendo as leituras realizadas em espectrofotômetro (AJX-1900, Micronal SA, São Paulo, Brasil).

### **Balanço nitrogenado**

Amostras *spot* de urina foram coletadas no 13º dia de cada período experimental, aproximadamente quatro horas após a alimentação, durante micção espontânea. Foram coletadas alíquotas de 10 mL, que foram diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036N, conforme descrito por Valadares et al. (1999). Para estimar a excreção urinária diária, determinou-se o conteúdo de creatinina das amostras usando um *kit* comercial (Labtest®, Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil) e leitura em espectrofotômetro (AJX-

1900, Micronal SA, São Paulo, Brasil). Utilizou-se a fórmula proposta por Fonseca et al. (2006), que considera excreção média de creatinina para cabras lactantes de 26,05 mg/kg de peso corporal.

Excreção urinária diária (L/dia) = (26,05 x PC (kg)) / concentração de creatinina (mg/L).

O teor de nitrogênio das amostras de urina e fezes, foram determinados pelo método de Kjeldahl. O balanço dos compostos nitrogenados foi obtido segundo Zeoula et al. (2006).

### **Análises estatísticas**

Os dados foram analisados como quadrado latino (4 x 4) triplicado usando o procedimento MIXED do SAS versão 9.1 de acordo com o modelo abaixo:

$$Y_{ijkl} = \mu + QLi + A(QLi)j + Pk + TLi + QLx TLil + \epsilon_{ijkl}$$

Em que:  $Y_{ijkl}$  = variável dependente;  $\mu$  = média geral;  $QLi$  = efeito fixo do quadrado latino ( $i = 1, 2$  e  $3$ );  $A(QLi)j$  = efeito aleatório do animal dentro do quadrado latino ( $j = 1, 2, 3$  e  $4$ );  $Pk$  = efeito aleatório do período ( $k = 1, 2, 3$  e  $4$ );  $TLi$  = efeito do nível de inclusão da torta de licuri (0, 67, 133 e 200);  $QLx TLil$  = efeito fixo da interação entre quadrado latino e nível de inclusão da torta de licuri;  $\epsilon_{ijkl}$  = erro aleatório pressuposto  $NID \sim (0, \sigma^2)$ .

Não houve interação entre os níveis de inclusão da torta de licuri (tratamentos) e os grupos raciais (quadrado) para nenhuma das variáveis analisadas.

Realizou-se o ajuste de contrastes polinomiais ortogonais para avaliar o efeito do nível de inclusão da torta de licuri. Avaliou o efeito linear (-3 -1 +1 +3) e quadrático (+1 -1 -1 +1). Considerou-se 5% de probabilidade para o erro tipo I.

## **RESULTADOS**

### **Consumo e digestibilidade**

A inclusão de TL na dieta de cabras em lactação não alterou o consumo de MS ( $P > 0,05$ ), PB ( $P > 0,05$ ) e MO ( $P > 0,05$ ).

A inclusão da TL aumentou gradativamente o consumo FDN ( $P < 0,001$ ) e FDNpd, ( $P < 0,001$ ), respectivamente. Observou-se uma redução gradativa no consumo de EE ( $P = 0,035$ ) e de CNF ( $P < 0,001$ ) (Tabela 2).

Houve redução na digestibilidade da MS e da MO e aumento na digestibilidade da FDN em função da inclusão da TL (Tabela 2).

**Tabela 2.** Peso, consumo e digestibilidade de componentes nutricionais por cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de licuri.

Itens	Torta de licuri (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P- valor	
	0	67	133	200		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Peso (kg)</b>	42,8	42,8	42,5	42,6	1,38	0,468	0,796
<b>Consumo (g/dia)</b>							
Matéria seca	1596,0	1653,8	1593,1	1606,7	47,95	0,876	0,591
Matéria orgânica	1542,8	1597,8	1539,2	1551,4	46,23	0,852	0,589
Proteína bruta	297,5	307,3	288,9	292,0	9,19	0,392	0,714
Extrato etéreo <sup>4</sup>	65,9	67,2	62,9	60,9	1,91	0,035	0,412
Fibra em detergente neutro <sup>5</sup>	588,6	654,7	684,3	739,1	22,26	<0,001	0,732
FDNpd <sup>6</sup>	345,8	386,1	406,0	438,1	13,07	<0,001	0,673
Carboidratos não fibrosos <sup>7</sup>	636,1	615,0	548,6	504,4	17,88	<0,001	0,469
Nutrientes digestíveis totais	1183,2	1213,5	1176,3	1162,4	34,34	0,494	0,497
<b>Digestibilidade (g/kg)</b>							
Matéria seca <sup>8</sup>	689,0	673,0	676,0	663,0	3,96	0,018	0,786
Matéria orgânica <sup>9</sup>	699,1	684,7	689,8	676,8	3,90	0,045	0,914
Proteína bruta	738,0	733,0	722,0	750,0	5,34	0,575	0,107
Extrato etéreo	905,0	925,0	924,0	923,0	3,74	0,076	0,118
Fibra em detergente neutro <sup>10</sup>	429,0	430,0	461,0	458,0	6,51	0,036	0,889
Carboidratos não fibrosos	962,0	943,0	956,0	951,0	5,78	0,707	0,545
Nutrientes digestíveis totais	739,0	737,0	741,0	725,0	4,50	0,320	0,431

<sup>1</sup>EPM = Erro padrão da média; L<sup>2</sup> = Linear; Q<sup>3</sup> = Quadrático; significativo para P<0,05. FDNi:FDN indigestível. FDNpd: FDN potencialmente digestível. <sup>4</sup>(CEE = 67,12 - 0,0029TL, R<sup>2</sup> = 0,79). <sup>5</sup>(CFDN = 594,51 + 0,7218TL, R<sup>2</sup> = 0,98). <sup>6</sup>(CFDNpd = 349,46 + 0,4455TL, R<sup>2</sup> = 0,98), <sup>7</sup>(CCNF = 645,27 - 0,6923TL, R<sup>2</sup> = 0,97), <sup>8</sup>(DMS = 686,5 - 0,1130TL, R<sup>2</sup> = 0,82); <sup>9</sup>(DMO = 696,89 - 0,09297TL, R<sup>2</sup> = 0,73); <sup>10</sup>(DFDN = 427,0 + 0,1769TL).

### Comportamento ingestivo

Os parâmetros referentes ao comportamento ingestivo não foram influenciados pela inclusão da TL nas dietas, exceto as eficiências de alimentação (P=0,005) e de ruminação da FDN (P<0,001), que aumentaram gradativamente ao aumento da concentração de TL na dieta dos animais (Tabela 3).

**Tabela 3.** Comportamento ingestivo de cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de licuri.

Itens	Torta de licuri (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P- valor	
	0	67	133	200		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Tempo por atividade (min/dia)</b>							
Alimentação	292	297	296	300	8,10	0,669	0,974
Ruminação	462	477	440	432	10,78	0,084	0,565
Ócio	685	665	704	708	13,13	0,228	0,569
<b>Eficiência (gramas/h)</b>							
Alimentação MS	340,8	340,7	340,9	338,9	14,50	0,944	0,952
Alimentação FDN <sup>4</sup>	125,5	134,8	146,5	155,8	6,48	0,005	0,999
Ruminação MS	211,9	210,5	219,9	224,6	6,42	0,258	0,742
Ruminação FDN <sup>5</sup>	77,9	83,4	94,5	103,2	3,01	<0,001	0,665
<b>Períodos (Nº de episódios/dia)</b>							
Alimentação	18	15	15	15	0,69	0,053	0,228
Ruminação	26	28	27	28	0,81	0,559	0,793
Ócio	35	36	34	36	0,77	0,850	0,672

<sup>1</sup>EPM = Erro padrão da média; L<sup>2</sup> = Linear; Q<sup>3</sup> = Quadrático; significativo para P<0,05 MS: matéria seca. FDN: fibra em detergente neutro <sup>4</sup> (EALFDN = 125,28 + 0,1540TL, R<sup>2</sup>= 0,99); <sup>5</sup>(ERUFDN = 76,69 + 0,1305TL, R<sup>2</sup>= 0,98).

### Produção e composição do leite

A inclusão da TL na dieta das cabras em lactação não influenciou na produção e composição do leite, exceto o teor nitrogênio ureico do leite (P=0,026), que teve acréscimo linear com a inclusão de TL (Tabela 4). O valor médio de produção de leite foi de 1014,2 gramas por dia e a composição em gordura, proteína e lactose foi de 4,2, 3,5 e 4,5%, respectivamente. A eficiência de produção de leite também não foi alterada em função da TL nas dietas das cabras (P>0,05), com valor médio de 0,6 litros de leite por kg de MS consumida.

**Tabela 4.** Produção e composição do leite de cabras submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de licuri.

Itens	Torta de licuri (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P- valor	
	0	66	133	200		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Produção de leite (gramas por dia)</b>							
Produção de leite	1011,1	1039,1	1010,0	996,8	70,94	0,664	0,579
PLCG	960,2	1038,4	993,12	982,7	61,55	0,895	0,247
<b>Composição do leite (%)</b>							
Gordura	3,9	4,5	4,2	4,2	0,12	0,486	0,102
Proteína	3,5	3,5	3,5	3,4	0,06	0,151	0,807
Lactose	4,5	4,4	4,5	4,5	0,02	0,882	0,937
Sólidos totais	12,6	13,1	13,0	12,8	0,17	0,690	0,088
Extrato seco desengordurado	8,7	8,7	8,7	8,6	0,06	0,129	0,505
Nitrogênio ureico (mg/dL) <sup>4</sup>	26,9	28,9	29,4	29,5	0,45	0,026	0,881
<b>Eficiência (produção de leite/consumo de matéria seca)</b>							
Produção de leite	0,60	0,60	0,61	0,58	0,03	0,603	0,557
PLCG	0,57	0,61	0,61	0,58	0,03	0,902	0,219

<sup>1</sup>EPM = Erro padrão da média; L<sup>2</sup> = Linear; Q<sup>3</sup> = Quadrático; significativo para P<0,05; PLCG – produção de leite corrigida para 4% de gordura; <sup>4</sup>(NU = 27,24 + 0,140TL, R<sup>2</sup> = 0,99).

### Metabólitos sanguíneos

Não foi verificado efeito para a albumina (P>0,05), globulina (P>0,05), relação albumina:globulina (P>0,05) e proteínas totais presentes no soro (P>0,05) em função da inclusão da TL, porém observou-se efeito quadrático na ureia sérica (P=0,044), com o valor máximo de 81,48 mg/dL com o nível de inclusão estimado de TL de 156,22 g/kg MS (Tabela 5).

**Tabela 5.** Metabólitos sanguíneos em cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de licuri.

Itens	Torta de licuri (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P- valor	
	0	67	133	200		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
Albumina (g/dL)	1,5	1,4	1,6	1,5	0,09	0,348	0,411
Globulina (g/dL)	4,9	4,2	5,3	4,5	0,19	0,935	0,939
Albumina: globulina	0,3	0,4	0,3	0,3	0,06	0,884	0,756
Proteínas totais (g/dL)	5,9	6,1	6,3	6,1	0,17	0,634	0,528
Ureia (mg/dL) <sup>4</sup>	63,3	76,6	72,5	77,0	3,57	0,899	0,044

EPM<sup>1</sup> - erro padrão da média; L<sup>2</sup> - linear; Q<sup>3</sup> - quadrático; significativo para P<0,05; <sup>4</sup>Ureia – (Ureia = 64,52 + 0,1531TL – 0,00049TL<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 0,16).



### Balanço de nitrogênio

Não foram verificadas diferenças nos parâmetros do balanço de nitrogênio até o nível de inclusão de 200 g/kg de TL nas dietas de cabras em lactação ( $P>0,05$ ), em que, observou-se valores médios de 47,4; 6,6; 5,3; 15,3; 20,3 e 40,8 gramas por dia de nitrogênio ingerido, nas fezes, leite, urina, retido e digerido, respectivamente (Tabela 6).

**Tabela 6.** Balanço nitrogenado em cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de licuri.

Itens	Torta de licuri (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P- valor	
	0	67	133	200		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Nitrogênio (g/dia)</b>							
Ingerido	47,6	49,2	46,2	46,7	1,47	0,392	0,714
Fezes	7,2	6,1	7,3	5,9	0,24	0,052	0,641
Leite	5,4	5,2	5,4	5,1	0,39	0,509	0,772
Urina	15,8	11,4	15,6	18,3	1,18	0,166	0,066
Retido	19,2	26,5	17,9	17,4	1,73	0,187	0,178
Digerido	40,4	43,1	38,9	40,8	1,34	0,647	0,775

EPM<sup>1</sup> - erro padrão da média; L<sup>2</sup> - linear; Q<sup>3</sup> - quadrático (significativo para  $P<0,05$ ).

## DISCUSSÃO

### Consumo e digestibilidade

A TL foi moída para ser adicionada à dieta das cabras em lactação. Assim, apesar do alto teor de FDN da TL (64%), a forma física desta não influenciou a retenção ruminal da dieta, desta forma, é improvável que a fibra da dieta tenha influenciado negativamente no consumo mediante o efeito do enchimento, o que justifica a semelhança no consumo de MS. As reduções nos consumos de EE e de CNF podem ser atribuídas à baixa concentração desses nutrientes na TL (34 e 120 g/kg, respectivamente). Corroborando com os resultados obtidos, Bagaldo et al. (2019) também encontraram semelhança no consumo de MS e redução no consumo de CNF com a inclusão da TL na dieta de cordeiros.

De acordo com Van Soest (1994), a lignina é o principal fator limitante da digestibilidade. Entretanto, os componentes que não estão associados à lignina estão livres do efeito dela sobre a digestibilidade. Sendo assim, o aumento no conteúdo de

lignina da dieta com a inclusão de TL contribuiu para a redução da digestibilidade da MS, no entanto, não afetou a digestibilidade da PB, EE e CNF.

O aumento da digestibilidade da FDN pode estar associado com o maior consumo de FDNpd, refletindo em maior tempo de permanência desta fração no rúmen.

### **Comportamento ingestivo**

Segundo Van Soest (1994), os tempos gastos com ruminação e ingestão são influenciados pela forma física da dieta, o que também foi relatado por Schultz et al. (2019), que avaliaram diferentes teores e tamanho de partícula da fibra para cabras em lactação, e relataram que apenas o tamanho de partícula teve efeito sobre o comportamento ingestivo. Desta maneira, a semelhança da proporção de volumoso e concentrado, e a forma física da TL (moída), influenciaram para que os efeitos do maior consumo de fibra não fossem efetivos sobre o comportamento ingestivo, visto que não foi observada diferenças nos tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio.

Resultado semelhante foi obtido por Santos et al. (2020), que estudaram a inclusão da TL na alimentação de novilhos e não encontraram diferença nos tempos de alimentação, ruminação e ócio.

O aumento das eficiências de alimentação e ruminação da FDN é justificada, devido ao aumento no consumo desta fração da dieta sem alterações nos tempos de alimentação e ruminação.

### **Produção e composição do leite**

A produção de leite é correlacionada positivamente com a ingestão de nutrientes (DADO e ALLEN, 1994). Logo, fatores que interferem no consumo vão influenciar diretamente na produção e composição do leite.

A semelhança no consumo de matéria seca e na produção de leite refletiu em mesma eficiência na produção de leite. Este resultado evidencia o potencial da torta de licuri para ser utilizada na dieta de cabras em lactação.

A gordura do leite é proveniente da síntese de novo na glândula mamária, da dieta e da mobilização da gordura corporal (GRUMMER, 1991). Os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC, C4, C6, C8 e C10) são sintetizados a partir dos compostos acetato e  $\beta$ -hidroxibutirato por meio de uma via conhecida como síntese de novo (PALMQUIST et al., 1993). O aumento no consumo de FDN promove maior fermentação acética no rúmen, ou seja, mais substrato para a produção de AGCC (TEIXEIRA, 1992).

Entretanto, houve redução no consumo de EE, levando ao menor aporte de gordura proveniente da dieta (CHILLIARD et al., 2003). Porém, o aumento no consumo de FDN e a redução no consumo de EE não foram suficientes para alterar o teor de gordura no leite.

Segundo o NRC (2007), a recomendação de FDN para que a porcentagem de gordura no leite não seja deprimida é de 250 g/kg na MS da dieta total, e todas as dietas experimentais atendiam a este requisito nutricional, com valor médio de 426 g/kg de FDNcp na MS da dieta total.

Os aminoácidos (AA) utilizados para a síntese de proteína do leite na glândula mamária são principalmente os AA provenientes da proteína microbiana e da proteína não degradada no rúmen digestível. Assim, a quantidade de substrato disponível para o crescimento da microbiota ruminal reflete no aporte de AA para a glândula mamária (NOCEK e RUSSEL, 1988; DANES et al., 2020). Logo, a semelhança no consumo de PB, refletiu na semelhança do teor de proteína do leite.

Nossos resultados corroboram com os observados por Ferreira et al. (2017) que não verificaram diferenças na produção e composição do leite de vacas suplementadas a pasto com concentrado contendo até 144 g de TL/kg MS da dieta total.

As concentrações de gordura, proteína, lactose e sólidos totais do leite se mantiveram dentro do intervalo permitido nas normas vigentes (BRASIL, 2000), em todas as dietas experimentais (Tabela 2).

### **Metabólitos sanguíneos**

As concentrações de proteínas totais e albumina sérica se mantiveram, provavelmente devido a semelhança no consumo e digestibilidade da PB, visto que, a concentração destes está associada à quantidade e qualidade da proteína da dieta (OLAFADEHAN, 2011).

A inclusão de TL na dieta diminuiu o consumo de CNF. O que pode ter afetado a sincronização entre proteína e energia, visto que o consumo de PB foi semelhante entre as dietas, porém, houve redução no consumo de CNF com o aumento do nível de TL na dieta. Para que haja síntese de proteína microbiana é necessário que tanto o componente nitrogenado quanto o energético estejam disponíveis de forma sincronizada. Para que o microrganismo transforme o nitrogênio disponível no ambiente ruminal em proteína microbiana, requer energia (ZHANG et al., 2020). Desta forma, o aumento na ureia sérica pode ter ocorrido devido à redução do substrato energético no rúmen (CNF), o

que pode ter promovido aumento de amônia sendo absorvida pela parede ruminal e transportada para o fígado, onde foi transformada em ureia, substância menos tóxica. A ureia sintetizada no fígado foi liberada na corrente sanguínea (XU et al., 2019), o que explica o aumento da ureia sérica.

### **Balanco de nitrogênio**

Nenhuma diferença foi observada no balanço de nitrogênio em cabras em lactação em função da inclusão da TL, refletindo de forma semelhante no consumo e digestibilidade de PB. Concordando com os resultados do presente estudo, Ferreira et al. (2017) estudaram a inclusão da TL na suplementação de vacas em lactação a pasto e não observaram diferença nos parâmetros de balanço de nitrogênio avaliados.

A semelhança no nitrogênio retido indica que o nitrogênio ingerido foi suficiente para suprir a necessidade proteica do animal para manutenção e produção de leite até o nível de inclusão de TL na dieta de 200 g/kg na MS.

A TL é uma fonte alternativa de concentrado energético para cabras em lactação, podendo ser utilizada até o nível de inclusão de 200 gramas de TL por kg com base na MS da dieta total visto que mantem o consumo e a produção de leite, assim como a eficiência de produção e a qualidade do mesmo.

### **CONCLUSÃO**

A inclusão de torta de licuri em até 200 g/kg de matéria seca total é recomendada para dietas de cabras em lactação, uma vez que não altera os parâmetros de produção, composição e eficiência na produção de leite.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AOAC (Association of Official Analytical Chemists), Official Methods of Analysis, 18th ed. (AOAC), Gaithersburgs, MD, USA. 2005.

BAGALDO, A. R; MIRANDA, G. S.; SOARES JÚNIOR, M. S. F; ARAÚJO, F. L.; MATOSO, R. V. M.; CHIZZOTTI, M. L.; BEZERRA, L. R.; OLIVEIRA, R. L. Effect of Licuri cake supplementation on performance, digestibility, ingestive behavior,

carcass traits and meat quality of grazing lambs. **Small Ruminant Research**, v. 177, p. 18–24, 2019.

BENTLEY INSTRUMENTS. 1995a. Somacount 500 Operator's Manual. Chaska.p.77.

BENTLEY INSTRUMENTS. 1995b. Somacount 500 Operator's Manual. Chaska.p.12.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 37, de 31 de outubro de 2000. Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite de cabra. Diário Oficial da União, Brasília, 8 nov. de 2000.

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

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, LAMBERET, G. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**. v.86, n.5, p.1751-1770, 2003.

COSTA, E. G. L.; SILVA, F. F.; SILVA, R. R.; PORTO, A. F.; SANTIAGO, B. M., ROCHA, L. C.; CRUZ A. G.; GUEDES C. F.; MARTINS NETO, T.;VIEIRA, E. A. Inclusion of licuri meal in the diet of pasture dairy cows. **Tropical animal health and production**. v.51 n.8, p.2505-2511, 2019.

CRUZ, C. H.; SANTOS, S. A.; CARVALHO, G. G. P.; JOSÉ AZEVEDO, A. G.; DETMANN, D.; SEBASTIÃO DE CAMPOSVALADARES FILHO, S. C.; MARIZ, L. D. S.; PEREIRA, E. S.; NICORY, I. M. C.; TOSTO, M. S. L.; ALBA, H. D. R. Estimating digestible nutrients in diets for small ruminants fed with tropical forages. **Livestik Science** . 2021, v. 249, p.104532, 2021.

DADO, R. G. AND. M. S. ALLEN. Variation in and relationships among feeding. Chewing and drinking variables for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 77 p. 132-144, 1994.

DANES, M. A. C.; HANIGAN, M. D.; APELO, S. A.; DIAS, J. D. L.; WATTIAUX, M. A.; BRODERICK, G. A. Post-ruminal supplies of glucose and casein, but not acetate, stimulate milk protein synthesis in dairy cows through

differential effects on mammary metabolism. **Journal. Dairy Science.** v. 103 n. 7, p. 6218-6232, 2020.

DENTLER, J.; KIEFER, L.; HUMMLER, T.; BAHRS; E.; ELSAESSER, M. The impact of low-input grass-based and high-input confinement-based dairy systems on food production, environmental protection and resource use. **Agroecology and Sustainable Food Systems.** v. 44, p. 1089-1110, 2020.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** v. 62, n. 4, p. 980-984, 2010.

FERREIRA, A.C.; VIEIRA, J.F.; BARBOSA, A.M.; SILVA, T.M.; BEZERRA, L.R.; NASCIMENTO JUNIOR, N.G.; FREITAS JUNIOR, J.E.; JAEGER, S.M.P.L.; OLIVEIRA, P.A.; OLIVEIRA, R.L. Effect of replacing ground corn and soybean meal with licuri cake on the performance, digestibility, nitrogen metabolism and ingestive behavior in lactating dairy cows. **Animal Journal,** v.11, n.11, p.1957-1965, 2017.

FONSECA, C. E. M. D.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. D. C.; LEÃO, M. I.; CECON, P. R.; RODRIGUES, M. T.; PINA, S. S.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO, M. L.; ARAÚJO, A. M. Estimativa da produção microbiana em cabras lactantes alimentadas com diferentes teores de proteína na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v. 35, p. 1169-1177, 2006.

KÖPPEN, W. 1931. Grundriss der klimakunde. Berlin: Walter de Gruyter, 390p.

GRUMMER, R. R. . Effect of feed on the composition of milk fat. **Journal of dairy science,** v. 74 n. 9, p. 3244-3257, 1991.

HALL, M. B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science.** V. 81, p. 3226 – 3232, 2003.

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

LAZZARINI, Í.; DETMANN, E.; DE CAMPOS VALADARES FILHO, S.; PAULINO, M. F.; BATISTA, E. D.; DE ALMEIDA RUFINO, L. M.; DE OLIVEIRA FRANCO, M. Nutritional performance of cattle grazing during rainy season with nitrogen and starch supplementation. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,** v. 29, p. 1120, 2016.

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, n.4, p.347-358. 1996.

MCGRATH, J.; DUVAL, S.M.; TAMASSIA, L.F.M.; KINDERMANN, M.; STEMMLER, R.T.; GOUGE, V. N.; ACEDO, T.S.; IMMIG, I.; WILLIAMS, S.N.; CELI, P. Nutritional strategies in ruminants: a lifetime approach. **Research in Veterinary Science**. v. 116, p. 28–39, 2017.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutriente requeriments of dairy cattle**. 7. Rev.ed. Washinton, D. C. 381p. 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids**. Washington: National Academy Press, 362p. English. [www.nap.edu](http://www.nap.edu). 2007.

NOCEK, J. E.; RUSSELL, J. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 71 n. 8, p. 2070-2107, 1988.

SANTOS, M. C.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; DE OLIVEIRA, A. B.; SANTOS, L. V.; PAIXÃO, T. R.; COSTA, G. D. Nutrient intake and ingestive behavior of feedlot steers fed with licuri cake. **Tropical animal health and production**, p. 1-7, 2020.

OLAFADEHAN, O. A. Changes in haematological and biochemical diagnostic parameters of Red Sokoto goats fed tannin-rich *Pterocarpus erinaceus* forage diets. **Veterinarski arhiv**, v. 81, n. 4, p. 471-483, 2011.

REIS, M. J.; SANTOS, S. A.; PRATES, L. L.; DETMANN, E.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, A. C. S.; RUFINO, L. M.; MARIZ, L. D.; NERI, F.; COSTA, E. Comparing sheep and cattle to quantify internal markers in tropical feeds using in situ ruminal incubation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 232, p. 139-147, 2017.

SANTOS, C. M.; SILVA, R. R.; DA SILVA, F. F.; DE OLIVEIRA, A. B.; SANTOS, L. V.; PAIXÃO, T. R.; SILVA, A. P. G.; SILVA, J. W. D.; BARBOSA, R. P.; COSTA, G. D. Nutrient intake and ingestive behavior of feedlot steers fed with licuri cake. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, p. 1803-1809, 2020.

SAS Institute, SAS system for windows: versão 9.2. Cary: SAS Institute. 2009.

SCHULTZ, E. B.; AMARAL, R. M. D.; GLÓRIA, L. S.; SILVA, F. F.; RODRIGUES, M. T.; VIEIRA, R. A. M. Ingestive behavior of dairy goats fed diets containing increasing levels of neutral detergent fiber and particle size using multivariate analysis. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 41, p. 1807-8672, 2019.

SILVA, W. P.; SANTOS, S. A.; CIRNE, L. G., PINA, D. D. S.; ALBA, H. D.; RODRIGUES, T. C.; ARAÚJO, M. L.G.; LIMA, V. G. O.; GALVÃO, J. M.; NASCIMENTO, C. O.; RODRIGUES, C. S.; CARVALHO, G. G. . Carcass characteristics and meat quality of feedlot goat kids fed high-concentrate diets with licury cake. **Livestock Science**. v. 244, p. 104391, 2021a.

SILVA, L. F.; BARBOSA, A. M.; DA SILVA JÚNIOR, J. M.; OLIVEIRA, V. D. S.; GOUVÊIA, A. A.; SILVA, T. M.; LIMA, A. G. V. O.; NASCIMENTO, T. V. C.; BEZERRA, L. R.; OLIVEIRA, R. L. Growth, physicochemical properties, fatty acid composition and sensorial attributes from longissimus lumborum of young bulls fed diets with containing licuri cake: Meat quality of bulls fed licuri cake. **Livestock Science**, v. 255, p. 104775, 2021b.

SOUZA, M. C. P.; MOURA, F.; SILVA, J. V.; ALMEIDA, C. Phylogeography of the palm *Syagrus coronata* (Martius) Beccari (Arecaceae): distribution in the “Caatinga” and Atlantic forest domains. **Brazilian Journal of Botany**. v. 41, n. 4, p. 849-857, 2018.

TEIXEIRA, J.C. Nutrição de ruminantes. Lavras: Edições FAEPE. 1992.

VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives<sup>1</sup>. **Journal of dairy science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

VAN SOEST, P. V.; 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, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST P. J. Nutritional Ecology of the Ruminant, 2<sup>nd</sup> Edn. Ithaca, NY, USA: Cornell University Press. 1994.

XU, Y.; LI, Z.; MORAES, L. E.; SHEN, J.; YU, Z.; ZHU, W. (2019). Effects of incremental urea supplementation on rumen fermentation, nutrient digestion, plasma metabolites, and growth performance in fattening lambs. **Animals**. v. 9, n. 9, p. 652, 2019.



ZEOULA, L.; FERELI, F.; PRADO, I.; GERON, L.; CALDAS NETO, S. F.; PRADO, O.; MAEDA, E. Digestibilidade e balanço de nitrogênio com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.2179-2186, 2006.

ZHANG, J.; ZHENG, N.; SHEN, W.; ZHAO, S.; WANG, J. (2020). Synchrony degree of dietary energy and nitrogen release influences microbial community, fermentation, and protein synthesis in a rumen simulation system. **Microorganisms**. v. 8, n. 2, p. 231, 2020.

## **CAPÍTULO II**

**Torta de licuri em dietas para cabras em lactação: aspectos qualitativos do leite e queijo**

## **Torta de licuri em dietas para cabras em lactação: aspectos qualitativos do leite e queijo**

### **Licury cake in diets for lactating goats: qualitative aspects of milk and cheese**

#### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar os diferentes níveis de inclusão da torta de licuri (TL) em dietas para cabras em lactação, sobre os parâmetros de qualidade físico-químicas e sensoriais do queijo minas frescal. Foram utilizadas doze cabras em lactação (oito da raça Saanen e quatro da raça Anglo Nubiana, com  $35\pm 5$  dias em lactação e peso corporal médio de  $37,93\pm 9,22$  kg) distribuídas em quadrado latino 4x4 triplicado. Para as variáveis de qualidade do leite e queijo a avaliação do efeito do nível de inclusão da torta de licuri foi através do ajuste de contrastes polinomiais ortogonais no qual considerou-se o nível de 5% de probabilidade. Para os parâmetros sensoriais realizou-se a análise de componentes principais. A inclusão da TL reduziu a umidade ( $P=0,0125$ ) e o teor de matéria mineral ( $P<0,0001$ ) dos queijos. O teor de extrato etéreo do queijo teve comportamento quadrático ( $P=0,0208$ ) em função da inclusão da TL, enquanto que não teve efeito sobre o rendimento do queijo. A inclusão da TL teve influencia sobre o perfil de ácidos graxos do leite, em que, promoveu comportamento quadrático para os ácidos mirístico ( $P<0,0001$ ) e rumênico ( $P=0,0175$ ) e aumento do ácido graxo láurico ( $P=0,0023$ ). A utilização da análise de componentes principais para analisar os atributos sensoriais resultou em uma separação das amostras de queijo. A inclusão de 133 g/kg na MS da dieta total de TL é o mais indicado, visto que teve melhor avaliação quanto ao sabor, textura e aceitação global.

**Palavras-chave:** Coproduto; perfil de ácidos graxos; queijo minas frescal; ruminantes.

#### **ABSTRACT**

The objective was to evaluate the different levels of inclusion of licuri cake (LC) in diets for lactating goats, on the physicochemical and sensory quality parameters of Minas Frescal cheese. Twelve lactating goats were used (eight of the Saanen breed and four of the Anglo Nubian breed, with  $35\pm 5$  days of lactation and average body weight of  $37.93\pm 9.22$  kg) distributed in a triplicate 4x4 Latin square. For the variables of milk and cheese quality, the evaluation of the effect of the level of inclusion of the licuri pie was through the adjustment of orthogonal polynomial contrasts in which the level of 5% of

probability was considered. For the sensory parameters, the principal component analysis was performed. The inclusion of TL reduced the moisture ( $P=0.0125$ ) and the mineral matter content ( $P<0.0001$ ) of the cheeses. The ether extract content of the cheese had a quadratic behavior ( $P=0.0208$ ) as a function of the inclusion of LC, while it had no effect on the cheese yield. The inclusion of LC had an influence on the fatty acid profile of milk, in which, promoted quadratic behavior for myristic ( $P<0.0001$ ) and rumenic ( $P=0.0175$ ) acids and increased lauric fatty acid ( $P=0.0023$ ). The use of principal component analysis to analyze the sensory attributes resulted in a separation of the cheese samples. The inclusion of 133 g/kg of LC is the most indicated since it had a better evaluation in terms of taste, texture and global acceptance.

**Keywords:** Co-product; fatty acid profile; fresh Minas cheese; ruminants.

## INTRODUÇÃO

O maior rebanho de caprinos no Brasil se encontra em regiões tropicais onde a caprinocultura leiteira está voltada predominantemente para sistemas de criação extensivos. Nestes sistemas, a base da alimentação é a forragem nativa, sendo a sazonalidade na disponibilidade e na qualidade destas forrageiras o maior entrave nestas regiões, afetando o rendimento produtivo dos animais (CLARK, e GARCÍA 2017; HOLANDA-JÚNIOR, 2006).

A criação em sistemas intensivos ou semi-intensivos é uma das principais estratégias que podem ser utilizadas para evitar a variação na produção do leite ao longo do ano. Porém, nesses sistemas é necessário o fornecimento de alimentos concentrados em grande quantidade na dieta, aumentando os custos de produção (MCGRATH et al., 2017). Como alternativa, pode-se utilizar alimentos não convencionais na formulação da ração, pois apresentam valor comercial menor, quando comparados aos alimentos convencionais, melhorando assim a relação custo/benefício (FERREIRA et al., 2017).

Dentre os alimentos alternativos as tortas de oleaginosas, coprodutos obtidos por meio da extração do óleo dos frutos, têm potencial para utilização na alimentação animal. O licurizeiro (*Syagrus coronata*) é uma palmeira bem adaptada às regiões secas e áridas, como a Caatinga. Seu uso é voltado para os gêneros alimentícios, construções, cosméticos, produtos de higiene, artesanais e medicinais (RUFINO et al., 2008). Além disso, o licuri pode ser usado na produção de biocombustíveis (GOMES NETO et al., 2009), com perspectiva para produção de fruto em larga escala, resultando em quantidades representativas de coprodutos e resíduos.

Com a extração do óleo da amêndoa do licuri, obtém-se a torta de licuri (TL), que possui valores médios de proteína bruta (PB) de 222 g/kg na matéria seca (MS), de extrato etéreo de (EE) 61 g/kg na MS e de fibra em detergente neutro (FDN) de 486 g/kg na MS (SILVA et al., 2021a).

Tem sido avaliado o consumo, digestibilidade, desempenho e metabolismo de ovinos (BAGALDO et al., 2019; COSTA et al., 2016), caprinos (BORJA et al., 2010) e bovinos (COSTA et al., 2019; FERREIRA et al., 2017; SANTOS et al., 2020) suplementados com TL. A partir destes estudos foram obtidos os níveis ideais de inclusão deste coproduto para obtenção de resultados positivos para produção. Entretanto, é importante avaliar o efeito da TL sobre os produtos obtidos.

Assim hipotetiza-se que existe um nível ideal de inclusão de TL na dieta de cabras em lactação que possa promover melhor qualidade do queijo minas frescal de cabras confinadas. Com isso, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão da TL em dietas de cabras em lactação confinadas sobre os aspectos químicos e sensoriais do queijo minas frescal.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Comitê de ética e local de realização do experimento**

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal da Bahia (UFBA) sobre o número 73/2018.

O experimento foi conduzido no setor de caprinocultura da Fazenda Experimental da Universidade Federal da Bahia, que fica localizada no município de Entre Rios, Bahia, Brasil (Latitude 11°56'31" sul, Longitude 38°05'04" Oeste, 162m a.n.m).

### **Animais, delineamento e manejo experimental**

Foram utilizadas doze cabras, sendo oito da raça Saanen e quatro Anglo Nubiana, múltíparas, com aproximadamente  $35 \pm 5$  dias de lactação, produção média de  $0,7 \pm 0,4$  kg/dia e peso corporal médio de  $37,93 \pm 9,22$  Kg. O experimento foi realizado segundo quadrado latino 4x4 (quatro períodos e quatro tratamentos) triplicado, dois quadrados com cabras da raça Saanen e um quadrado com cabras da raça Anglo Nubiana. Cada período experimental teve duração de quatorze dias, sendo os primeiros dez dias destinados à adaptação e os quatro últimos a coleta de amostras e dados.

As cabras foram alojadas em baias individuais com área igual a 1,5m<sup>2</sup>, contendo água fornecida em quantidade e qualidade adequada. O alimento foi fornecido com ajustes diários que permitisse em torno de 20% de sobras. A dieta foi formulada segundo o NRC (2007) para atender as exigências de manutenção e produção de leite. Os tratamentos consistiram em dietas sem adição de TL e com inclusão de 67; 133 e 200,0 g de TL/kg com base na MS da dieta total. A proporção de volumoso e concentrado utilizada foi de 50:50 e o volumoso utilizado foi silagem de milho (Tabela 1). O fornecimento das dietas foi realizado na forma de mistura completa, duas vezes ao dia, às 08:00 e às 15:00 h.

O manejo de ordenha foi realizado uma vez ao dia, pela manhã (07:00 h), por ordenha manual, sendo precedido de *pré-dipping*, com a utilização de spray de iodo glicerinado a 0,5%, em seguida os tetos foram secos com papel toalha. Os primeiros jatos de leite foram eliminados em uma caneca de fundo escuro para detectar possíveis casos de mastite. Foram tomadas as medidas de higiene dos ordenhadores, bem como limpeza do local e dos utensílios utilizados para a ordenha.

**Tabela 1.** Proporção dos ingredientes (g/kg) e composição química (g/kg) das dietas com torta de licuri.

Itens	Torta de licuri (g/kg)				Torta de licuri	SM
	0	67	133	200		
<b>Ingredientes (g/kg)</b>						
Silagem de milho	500,0	500,0	500,0	500,0	-	-
Torta de licuri	0,0	67,0	133,0	200,0	-	-
Milho moído	225,0	183,0	146,0	108,0	-	-
Farelo de algodão	200,0	175,0	146,0	117,0	-	-
Gérmen de milho	17,0	17,0	17,0	17,0	-	-
Farelo de soja	42,0	42,0	42,0	42,0	-	-
Ureia	8,0	8,0	8,0	8,0	-	-
Sal mineral <sup>1</sup>	8,0	8,0	8,0	8,0	-	-
<b>Composição química (g/kg MS)</b>						
Matéria seca (g/kg MN)	620,0	620,7	621,3	621,8	913,2	346,1
Cinzas	34,0	33,0	30,5	35,1	32,1	37,9
Proteína bruta	184,6	184,2	182,8	178	176,6	107,6
Extrato etéreo	40,6	39,4	38,0	36,6	33,9	18,7
FDNcp <sup>2</sup>	382,6	411,8	440,0	468,3	637,2	559,9
FDACP <sup>3</sup>	258,8	279,4	299,1	318,8	487,4	331,2
FDNpd <sup>4</sup>	223,2	240,1	256,4	272,7	368,8	328,3
NIDN <sup>5</sup>	-	-	-	-	13,7	2,7
NIDA <sup>6</sup>	-	-	-	-	3,1	1,9
Lignina	81,5	90,2	98,7	107,1	218,2	76,7
Carboidratos não fibrosos	374,5	323,3	299,6	273,0	120,2	275,9
Nutrientes digestíveis totais*	768,7	735,6	725,9	710,7	610,6	718,2

<sup>1</sup>Níveis de garantia (por kg de elementos ativos): Cálcio - 183,00 g, Fósforo - 60,00 g, Potássio - 28,00 g, Enxofre - 16,00 g, Magnésio - 20,00 g, Cobre - 250,00 mg, Cobalto - 30,00 mg, Cromo - 10,00 mg, Ferro - 250,00 mg, Iodo - 70,00 mg, Manganês - 1.500,00 mg, Selênio - 30,00 mg, Zinco - 3.500,00,00 mg, Flúor (máx.) - 600,00 mg. MS - matéria seca, MN - matéria natural <sup>2</sup>fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; <sup>3</sup>fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína; <sup>4</sup>FDN potencialmente digestível; NIDN - nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA - nitrogênio insolúvel em detergente; \*Cruz et al. (2021).

O consumo foi calculado pela diferença entre a quantidade do componente presente no alimento fornecido e àquela encontrada nas sobras.

### Composição do leite

A produção de leite foi obtida por animal e por dia durante os quatro últimos dias de cada período experimental. As amostras de leite foram coletadas e parte dessas amostras foi armazenada em frasco plástico contendo conservante 2-bromo 2-nitropropano 1-3-diol (bromopol) e destinadas para as análises de proteína, gordura,

lactose, nitrogênio ureico e sólidos totais, por meio do analisador infravermelho da Bentley Instruments® (Bentley Instruments Inc., Curitiba, Paraná, Brasil) (BENTLEYINSTRUMENTS, 1995a). A contagem de células somáticas foi feita pelo aparelho Soma-count-500 da Bentley Instruments® (Bentley Instruments Inc., Curitiba, Paraná, Brasil) (BENTLEYINSTRUMENTS, 1995b). Estas análises foram realizadas no laboratório da Clínica do Leite ESALQ/USP, em Piracicaba - SP.

Para a obtenção dos valores dos componentes do leite, em g/dia, multiplicou-se a porcentagem de cada componente (gordura, proteína, lactose e sólidos totais) pelo volume de leite produzido (g/dia).

### **Análise do perfil de ácidos graxos**

Parte da amostra de leite foi acondicionada em recipiente hermético e congelada a  $-20^{\circ}\text{C}$  para análise do perfil de ácidos graxos. Procedeu-se a extração da gordura com o solvente orgânico hexano. A metilação dos ácidos graxos foi feita em duas etapas, com um catalisador básico, metóxido de sódio, e um catalisador ácido, cloreto de acetila (Kramer et al., 1997).

A quantificação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada por meio da cromatografia gasosa (Focus GC-Thermo Scientific) com detector de ionização de chama (CG-DIG) e coluna capilar SP-2560 (Supelco, 100m x 0,25 mm x 0,2  $\mu\text{m}$ ). O fluxo de gases foi de 1,5 mL/min de  $\text{H}_2$  (gás de arraste). As temperaturas do detector e do injetor foram fixadas em  $250^{\circ}\text{C}$ . O gradiente de temperatura utilizado foi: temperatura inicial da coluna estabelecida em  $70^{\circ}\text{C}$ , mantida por 4 min, posteriormente elevou-se a temperatura a  $175^{\circ}\text{C}$ , a uma taxa de  $13^{\circ}\text{C}$  por minuto, manteve-se nesta temperatura por 27 minutos, aumentando novamente até  $215^{\circ}\text{C}$ , em uma taxa de  $4^{\circ}\text{C}$  por minuto, mantendo-se nesta temperatura por 31 minutos (Kramer *et al.*, 1997). A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi feita com base nos tempos de retenção dos padrões FA 275 (GLC-674, Nu-Chek Prep, Inc.).

Foram calculados o total dos ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI), além das relações entre os ácidos graxos ômega-6 ( $n-6$ ) e ômega-3 ( $n-3$ ).

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada por índices, a partir dos dados de composição de ácidos graxos, com a utilização das fórmulas propostas por Ulbrich e Southage (1991), por meio dos seguintes cálculos:



Índice de aterogenicidade (IA)

$$IA = [12:0 + (4 \times 14:0) + 16:0] / (\Sigma n-6 + \Sigma n-3 + \Sigma MUFA n-9)$$

Em que: 12:0 = ácido láurico, 14:0 = ácido mirístico, 16:0 = ácido palmítico,  $\Sigma n-6$  = somatória de ácidos graxos poli-insaturados ômega-6,  $\Sigma n-3$  = somatória de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 e  $\Sigma MUFA n-9$  = somatória de ácidos graxos monoinsaturados ômega 9.

Índice de trombogenicidade (IT)

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

Em que: 14:0 = ácido mirístico, 16:0 = ácido palmítico, 18:0 = ácido esteárico,  $\Sigma n-6$  = somatória de ácidos graxos ômega 6,  $\Sigma n-3$  = somatória de ácidos graxos ômega 3 e,  $\Sigma MUFA$  = ácidos graxos monoinsaturados.

Além disso, a relação ácidos graxos hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos (h:H) foi avaliada e adaptada em conformidade com Bessa (1999) e Santos-Silva et al. (2002):

$$h:H = (C18:1 cis9 + C18:2 \omega6 + 20:4\omega6 + C22:5\omega3) / (C14:0 + C16:0).$$

Em que: C18:1.cis9 = ácido oleico, C18:2  $\omega6$  = ácido linoleico, 20:4 $\omega6$  = ácido araquidônico, C22:5 $\omega3$  = ácido docosapentaenóico C14:0 = ácido mirístico, C16:0 = ácido palmítico.

### **Produção dos queijos**

O leite destinado a produção dos queijos foi coletado nos quatro últimos dias de cada período experimental, pesados, peneirados e armazenados individualmente em recipientes herméticos a -20°C até o momento da produção dos queijos.

O leite foi descongelado de forma lenta, na geladeira e procedeu-se a produção destes, seguindo as normas sanitárias preconizadas na Portaria nº 326 do Ministério da

Saúde, que garante a segurança e qualidade na fabricação de alimentos (BRASIL, 1997).

Para produção dos queijos, fez-se a composta por nível de inclusão de TL e após o processo de pasteurização o leite de cada dieta experimental foi dividido em quatro repetições, desta forma foram quatro queijos (repetições) por tratamento.

Realizou-se a pasteurização do leite a uma temperatura de 60°C por 30 minutos e em seguida foi resfriado em banho de gelo até chegar a 38°C. As etapas utilizadas para produção do queijo foram as descritas por Malheiros et al. (2012), com algumas adaptações, utilizando como ingredientes cloreto de potássio (0,02%; Rica Nata), culturas fornecidas por iogurte desnatado natural (1,8%; Nestlé), cloreto de sódio (0,8%; Sal Lebre) e coagulante líquido (CHY-MAX®). As coalhadas foram colocadas em formas cilíndricas, perfuradas e esterilizadas, e mantidas em temperatura ambiente, sendo viradas a cada 1 h até o gotejamento final.

Após a produção, os queijos foram embalados e mantidos refrigerados a 4±1 °C por aproximadamente 24 horas, até as análises físico-químicas e sensoriais. Foram coletadas amostras para caracterização físico-química, incluindo umidade, pelo método gravimétrico.

Previamente aos ensaios físico-químicos, foi realizada a liofilização das amostras, em um liofilizador LV2000® (Equipamentos Terroni Científicos, São Carlos, SP, Brasil). As metodologias para determinação de cinzas (930.05), PB (981.10) e EE (920.39) foram aplicadas de acordo com a AOAC (1990), e o rendimento calculado de acordo com El-Gawad e Ahmed (2011):

$$\text{Rendimento} = [(0,93 G + C - 0,1) \times 1,09 \times 100] / (100 - U)$$

Em que G corresponde a gordura do leite (%), C é a caseína (%) e U é a umidade (%).

### **Análise sensorial**

A análise sensorial foi realizada por meio da aplicação de um questionário (Anexo 1), em que cinco atributos sensoriais foram avaliados: cor, odor, sabor, textura e aceitação global. Para cada atributo foi atribuída uma nota, que era equivalente a desgostei muitíssimo (1), desgostei muito (2), desgostei moderadamente (3), desgostei ligeiramente (4), não gostei nem desgostei (5), gostei ligeiramente (6), gostei

moderadamente (7), gostei muito (8) e gostei muitíssimo (9). O teste foi realizado com um painel de 103 provadores não treinados, selecionados previamente para que fossem consumidores de produtos lácteos, que não apresentassem alergia e que tivessem interesse em participar da análise sensorial. Dos 103 provadores, 67,3% eram do sexo feminino e 36,7% do masculino, 85,1% com idade entre 18 e 30 anos, 8,6% entre 31 e 40 anos, 4,9% entre 41 e 50 anos e 1,0% entre 51 e 60 anos. Em relação à frequência de consumo de queijo caprino, 90,6% relatou que consomem raramente, 8,9% esporadicamente e apenas 1% consome frequentemente.

Cada provador recebeu quatro amostras de queijo fresco correspondente aos quatro tratamentos (0, 67, 133 e 200 g de TL/kg da MS da dieta total), com aproximadamente 3,4 cm<sup>3</sup> (1,5x1,5x1,5), uma bolacha de água e sal e água mineral. Foi recomendado que entre uma degustação e outra o provador fizesse a ingestão do biscoito e da água para realizar a limpeza das papilas gustativas e, desta forma, não tivesse interferência na análise sensorial da amostra posterior (PINHEIRO et al., 2008). As amostras foram codificadas por três dígitos aleatórios e foram fornecidas em potes fechados para manter as características sensoriais. A avaliação ocorreu no período da manhã (entre às 09:00 e 12:00 h).

### **Análises químicas**

As amostras das dietas experimentais (concentrados + volumosos) e sobras foram coletadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada em uma temperatura de 55°C por 72 h, posteriormente foram moídas em um moinho de facas tipo Wiley, a 1 mm para a determinação da composição química e a 2 mm para a determinação da fibra em detergente neutro indigestível. Essas amostras foram utilizadas para determinação da matéria seca (MS, 934.01), cinzas (930.05), proteína bruta (PB, 981.10) e extrato etéreo (EE, 920.39), seguindo a metodologia proposta pela Associação Oficial de Análises Químicas (AOAC, 1990).

As determinações da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas conforme Van Soest et al. (1991). As correções para cinza e proteína foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente.

A lignina foi determinada de acordo com o método 973,18 da AOAC (2005), submetendo o resíduo da FDA a imersão em uma solução de ácido sulfúrico a 72%.

As estimativas dos carboidratos não fibrosos (CNF) da torta de licuri e da silagem de milho foram realizadas segundo a fórmula proposta por Hall (2003):

$$\text{CNF}(\%) = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \text{cinza} + \% \text{FDNcp}).$$

Os valores de CNF das dietas foram obtidos com a utilização da seguinte equação:

$$\text{CNF}(\%) = 100 - [(\% \text{PB} - \% \text{PB ureia} + \% \text{ureia}) + \% \text{EE} + \% \text{MM} + \% \text{FDN}],$$

(DETMANN e VALADARES FILHO, 2010).

A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi determinada por meio da incubação das amostras pelo método *in situ* em sacos de TNT com gramatura de 100 g m<sup>2</sup>, seguindo a metodologia descrita por Reis et al. (2017) e a fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd) foi obtida pela diferença entre a fibra em detergente neutro corrigida pra cinza e proteína (FDNcp) e a FDNi.

### **Análises estatísticas**

Foram realizadas as compostas dos leites e queijos por tratamento para realização das análises de perfil de ácidos graxos e para a produção dos queijos. Desta forma, apesar do experimento ter sido conduzido segundo delineamento em quadrado latino, as amostras foram analisadas segundo delineamento inteiramente casualizado.

As variáveis de rendimento do queijo, composição centesimal, perfil de ácidos graxos, índice de aterogenicidade, índice de trombogenicidade e relação de ácidos graxos hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos, foram submetidas a análise estatística segundo delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se o programa estatístico Statistical Analysis System versão 9.1 de acordo com o modelo abaixo:

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + NLi + \epsilon_{ij}$$

Em que,  $\hat{Y}_{ij}$  = Valor observado na parcela que recebeu o tratamento *i* na repetição *j*;  $\mu$  = Média geral;  $NLi$  = Efeito fixo do nível de inclusão de TL *i* (*i* = 0, 67, 133 e 200 g/kg); e  $\epsilon_{ij}$  = Erro experimental aleatório associado a cada observação pressuposto  $NID \sim (0, \sigma^2)$ .

O efeito do nível de inclusão de torta de licuri foi testado para efeito linear e quadrático, considerando o nível de 5% de probabilidade.

Os valores das notas obtidas na análise sensorial constituíram um conjunto de dados multivariados, que foram dispostos em uma matriz (412 x 6), e interpretados por meio da análise por componentes principais. Para a realização desta análise foi empregado o programa Statistical Analysis System – SAS versão 9.2 (SAS, 2009), utilizando os dados centrados na média.

## RESULTADOS

### Consumo de componentes da dieta e composição do leite

Não houve diferença no consumo de componentes nutricionais e composição do leite ( $P > 0,05$ ) em função dos níveis de inclusão da TL nas dietas das cabras (Tabela 2), com valores médios de 1,61 e 0,3 kg por dia no consumo de MS e de PB, respectivamente. Os valores médios observados para a gordura, proteína, lactose e sólidos totais foram de 39,4; 33,9; 45,9 e 126,5 gramas por dia, respectivamente.

**Tabela 2.** Consumo de componentes nutricionais e composição do leite de cabras submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de licuri.

Itens	Torta de licuri (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P- valor	
	0	67	133	200		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Consumo (kg/dia)</b>							
Consumo de matéria seca	1,60	1,65	1,59	1,61	0,05	0,876	0,591
Consumo de proteína bruta	0,30	0,31	0,29	0,29	0,01	0,392	0,714
<b>Composição do leite (g/dia)</b>							
Gordura	38,01	40,50	40,65	38,40	2,27	0,670	0,185
Proteína	34,62	33,52	34,73	32,79	2,16	0,617	0,710
Lactose	46,27	44,63	47,16	43,92	3,18	0,738	0,614
Sólidos totais	126,82	126,61	130,36	122,29	8,04	0,854	0,377
Caseína (%)	2,61	2,52	2,54	2,51	0,29	0,129	0,437

<sup>1</sup>EPM – erro padrão da média; <sup>2</sup>L – linear; <sup>3</sup>Q – quadrático.

### Perfil de ácidos graxos do leite

A inclusão da TL aumentou gradativamente a concentração dos ácidos graxos láurico (12:0), mirístico (14:0) e miristoleico (14:1) no leite das cabras ( $P < 0,05$ ). Em contrapartida, não houve alteração ( $P > 0,05$ ) para os demais ácidos graxos de cadeia curta e média ( $P > 0,05$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Ácidos graxos de cadeia curta e média no leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de licuri.

Itens	Torta de licuri (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	67	133	200		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Ácidos graxos em mg/100mg</b>							
Ácido butírico (C4:0)	1,22	1,36	1,33	1,40	0,11	0,540	0,850
Ácido capríco (C6:0)	1,86	1,83	1,82	1,71	0,10	0,567	0,823
Ácido caprílico (C8:0)	2,00	2,12	2,01	1,90	0,12	0,747	0,676
Ácido cáprico (C10:0)	6,55	7,26	6,38	6,17	0,42	0,627	0,620
Ácido láurico (C12:0) <sup>4</sup>	2,78	3,70	4,00	4,47	0,21	0,002	0,459
Ácido mirístico (C14:0) <sup>5</sup>	7,53	9,30	8,77	9,53	0,57	0,001	<0,001
Ácido miristoleico (C14:1) <sup>6</sup>	0,07	0,09	0,10	0,16	0,02	0,002	0,177
Ácido pentadecanóico (C15:0)	0,77	0,85	0,80	0,83	0,06	0,673	0,731
Ácido palmítico (C16:0)	25,60	26,97	25,69	27,02	0,44	0,481	0,987
Ácido palmitoléico (C16:1)	0,64	0,73	0,89	1,10	0,11	0,134	0,776

<sup>1</sup>EPM erro padrão da média; <sup>2</sup>L – linear; <sup>3</sup>Q – quadrático; significativo para P < 0,05; <sup>4</sup>(C12:0 = 2,93 + 0,0081TL, R<sup>2</sup> = 0,95), <sup>5</sup>(C14:0 = 7,66 + 0,0304TL – 0,00012TL<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 0,42), <sup>6</sup>(C14:1 = 0,06569 + 0,000407TL, R<sup>2</sup> = 0,83).

A inclusão da TL não alterou a maioria dos ácidos graxos de cadeia longa (P>0,05). As exceções foram os ácidos heptadecanóico (17:0), que apresentou efeito linear decrescente e rumênico (18:2cis9trans11), que apresentou comportamento quadrático com valor mínimo de 0,29 mg por 100 mg no nível de 101 gramas de TL por kg de MS na dieta total (Tabela 4).

**Tabela 4.** Ácidos graxos de cadeia longa no leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de licuri.

Itens	Torta de licuri (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	67	133	200		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Ácidos graxos em mg/100mg</b>							
Ácido heptadecanóico (C17:0) <sup>4</sup>	0,78	0,51	0,14	0,17	0,09	0,005	0,326
Ácido esteárico (C18:0)	15,17	12,03	14,25	12,03	0,54	0,105	0,624
Ácido vacênico (C18:1 t11)	1,18	0,98	1,07	1,18	0,06	0,870	0,242
Ácido oleico (C18:1 n9c9)	23,36	21,55	21,58	21,95	0,63	0,407	0,431
Ácido linoleico (C18:2n6c)	3,86	3,65	3,46	2,93	0,20	0,130	0,708
Ácido araquídico (C20:0)	0,27	0,25	0,27	0,26	0,01	0,888	0,761
Ácido linolênico (C18:3n3)	0,22	0,08	0,13	0,17	0,10	0,662	0,176
Ácido rumênico (C18:2c9t11) <sup>5</sup>	0,36	0,32	0,30	0,37	0,03	0,913	0,018
Ácido araquidônico (C20:4n6)	0,19	0,28	0,18	0,23	0,26	0,936	0,756
Ácido eicosapentaenoico (C20:5n3)	0,03	0,04	0,05	0,02	0,01	0,653	0,371

<sup>1</sup>EPM – erro padrão da média; <sup>2</sup>L – linear; <sup>3</sup>Q – quadrático; significativo para  $P < 0,05$ ; <sup>4</sup>(C18:2 c9t11 =  $0,3660 - 0,00135TL + 0,0000668TL^2$ ,  $R^2 = 0,88$ ).

A adição de TL não promoveu efeito sobre às proporções dos ácidos graxos polinsaturados ( $P > 0,05$ ), monoinsaturados ( $P > 0,05$ ) e saturados ( $P > 0,05$ ) (Tabela 5), com valores médios de 4,19; 25,10 e 64,80 em gramas por 100 mg, respectivamente. Assim como também não foi verificada influência sobre os índices de aterogenicidade ( $P > 0,05$ ) e trombogenicidade ( $P > 0,05$ ) (Tabela 5) com médias observadas de 2,41 e 3,18, respectivamente.

**Tabela 5.** Perfil de ácidos graxos do leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de licuri.

Itens	Torta de licuri (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	67	133	200		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Perfil de ácidos graxos em mg/100mg</b>							
AGPI	4,45	4,67	4,07	3,57	0,26	0,189	0,502
AGMI	26,26	24,25	24,51	25,23	0,70	0,678	0,376
AGS	64,17	66,11	65,89	63,03	0,83	0,517	0,631
AGPI:AGS	0,07	0,07	0,06	0,05	0,00	0,189	0,581
Total	94,88	95,04	94,43	94,84	0,20	0,701	0,769
n-6	3,86	3,65	3,46	2,93	0,20	0,130	0,708
n-3	0,23	0,08	0,25	0,17	0,10	0,983	0,747
n6:n3	25,88	22,84	29,16	18,57	4,73	0,741	0,721
CLA	0,36	0,37	0,36	0,37	0,03	0,815	0,073
IA	2,16	2,53	2,59	2,37	0,12	0,562	0,304
IT	3,09	3,11	3,34	3,16	0,13	0,321	0,628
h:H	0,75	0,76	0,64	0,63	0,02	0,449	0,420

<sup>1</sup>EPM – erro padrão da média; <sup>2</sup>L – linear; <sup>3</sup>Q – quadrático; significativo para P<0,05); AGPI – ácido graxo polinsaturado; AGMI – ácido graxo monoinsaturado; AGS – ácido graxo saturado; AGPI:AGS – razão entre ácido graxo polinsaturado e ácido graxo saturado; Total – total de ácidos graxos; n-6 – ácidos graxos ômega-6; n-3 – ácidos graxos ômega-3; CLA – somatório dos ácidos linoleicos conjugados; IA – índice de aterogenicidade; IT – índice de trombogenicidade; h:H – razão entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos.

### Qualidade do queijo minas frescal

A adição da TL reduziu gradativamente o teor de matéria mineral (P<0,0001) e resultou em efeito quadrático para a umidade que apresentou valor mínimo de 53,89% no nível de 116,7 g de TL por kg de MS da dieta total ( =0,001) e o teor de extrato etéreo (P=0,0208) do queijo com valor máximo de 47,04% no nível de inclusão de 154,72 g de TL por kg de MS da dieta total. No entanto, os percentuais de proteína bruta não foram alterados (P>0,05), assim como o rendimento do queijo, com valores médios de 44,21% com base na MS do queijo e de 16,10 kg de queijo em 100 kg de leite, respectivamente (Tabela 6).



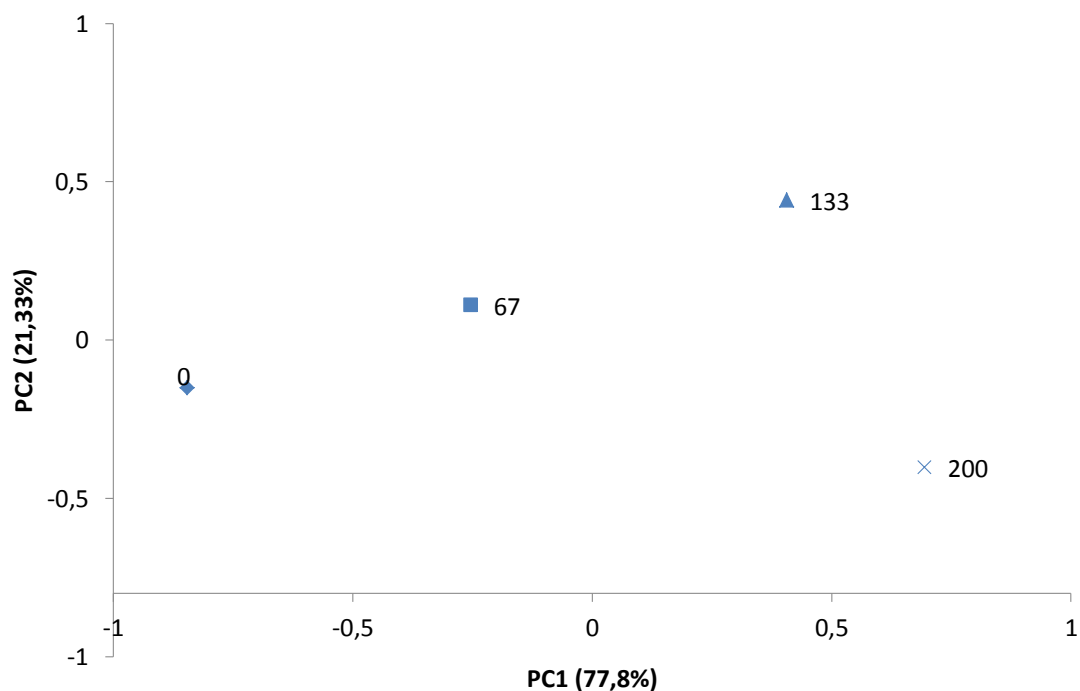
**Tabela 6.** Composição química e rendimento do queijo Minas Frescal de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de licuri.

Itens	Torta de licuri (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P- valor	
	0	67	133	200		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>% da matéria seca</b>							
Umidade <sup>4</sup>	60,66	56,32	53,31	57,74	1,13	0,009	0,001
Proteína bruta	44,55	45,14	43,56	43,58	0,42	0,104	0,263
Extrato etéreo <sup>5</sup>	40,33	44,53	46,69	45,66	0,74	0,002	0,021
Matéria mineral <sup>6</sup>	7,64	6,32	6,28	5,57	0,21	<0,001	0,300
<b>kg de queijo em 100 kg de leite</b>							
Rendimento	16,66	16,44	15,18	16,13	0,19	0,052	0,068

EPM<sup>1</sup> – erro padrão da média; L<sup>2</sup> - linear; Q<sup>3</sup> - quadrático; significativo para P < 0,05); <sup>4</sup>(UMID% = 61,0255 – 0,1221TL + 0,000523TL<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 0,69), <sup>5</sup>(EE = 41,3017 + 0,074266TL – 0,00024TL<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 0,21), <sup>6</sup>(MM = 7,40 – 0,01TL, R<sup>2</sup> = 0,88).

### Análise sensorial

A análise de componentes principais explica os resultados de análise sensorial de forma eficiente e satisfatória, em que, os dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) explicaram 99,13% da variância dos parâmetros sensoriais avaliados (Figura 1). Assim, observa-se que houve uma tendência de separação em função da inclusão da TL, sendo o CP1 representado pelo parâmetro textura, enquanto que o CP2 está representado pelo parâmetro sabor (Tabela 7).



**Figura 1.** Componentes principais para descrição do perfil sensorial do queijo produzido a partir do leite de cabras submetidas a dietas com torta de licuri.

**Tabela 7.** Estimativas dos componentes principais relacionados à avaliação sensorial de queijos minas frescal do leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de licuri.

(CP <sub>i</sub> )	Autovalores	Proporção da variância (%)	Proporção acumulada (%)	Coeficiente de ponderação das variáveis				
				Cor	Odor	Sabor	Textura	AG
<b>CP<sub>1</sub></b>	<b>0,476</b>	<b>77,800</b>	<b>77,800</b>	<b>0,151</b>	<b>0,192</b>	<b>-0,292</b>	<b>0,9221</b>	<b>0,069</b>
<b>CP<sub>2</sub></b>	<b>0,130</b>	<b>21,330</b>	<b>99,130</b>	<b>-0,003</b>	<b>0,237</b>	<b>0,764</b>	<b>0,1497</b>	<b>0,580</b>
CP <sub>3</sub>	0,005	0,870	100,000	-0,377	0,851	0,020	-0,0827	-0,354
CP <sub>4</sub>	0,000	0,000	100,000	0,914	0,321	0,059	-0,1863	-0,156
CP <sub>5</sub>	0,000	0,000	100,000	0,000	0,282	-0,573	-0,293	0,713

CP<sub>i</sub> - componentes principais; AG – aceitação global

O gráfico de distribuição dos tratamentos plotado em função dos dois primeiros componentes principais mostra uma tendência de agrupamento a partir dos níveis de inclusão da TL nas dietas de cabras em lactação. O nível de inclusão de 133 g de TL por kg de MS da dieta total influenciou positivamente o sabor e a textura (Figura 1).

Os escores médios de textura e sabor foram, 6,15 e 6,53, respectivamente.

## DISCUSSÃO

### **Consumo dos componentes da dieta e composição do leite**

A boa aceitabilidade da TL pelos animais fez com que o consumo de MS não fosse afetado com a inclusão deste coproduto na dieta de cabras em lactação. O consumo de MS afeta diretamente o consumo dos nutrientes da dieta, desta forma também não foi alterado o consumo de PB. Apesar da TL ser um alimento fibroso (64% de FDN), a forma física com que este foi adicionado a dieta (moída), não afetou a taxa de passagem ruminal, sem afetar assim o consumo de MS. Essas informações corroboram os resultados de Bagaldo et al. (2019), os quais não observaram diferença nos consumos de MS e de PB para cordeiros submetidos a dietas com níveis crescentes de TL.

A produção do leite e dos componentes do leite é diretamente proporcional ao consumo de nutrientes (DADO e ALLEN, 1994). Assim, a semelhança no consumo de MS resultou na disponibilidade de nutrientes no ambiente ruminal e/ou pós-ruminal que promoveram semelhante produção da gordura, proteína e lactose no leite entre as dietas. Ferreira et al. (2017) suplementaram vacas em lactação a pasto e também observaram semelhança na produção dos componentes do leite com a inclusão de TL de até 144 g/kg na MS da dieta total.

### **Perfil de ácidos graxos do leite**

Os ácidos graxos de cadeia curta (C4, C6, C8 e C10) são sintetizados na glândula mamária a partir dos compostos acetato e  $\beta$ -hidroxiacetato produzidos no rúmen (PALMQUIST et al., 1993), e a semelhança destes se deu possivelmente em função na semelhança no consumo dos nutrientes que refletiu em fermentação ruminal semelhante.

O acréscimo linear do ácido láurico (12:0) e do ácido mirístico (14:0) ocorreu devido a maior proporção destes ácidos graxos na TL que contém, em média, 44% de ácido láurico (12:0) e 13% de ácido mirístico (14:0) (QUEIROGA et al., 2010).

Resultado semelhante ao foi observado por Costa et al. (2018), em que a utilização da TL na alimentação de cordeiros confinados no nível de inclusão de até 240 g/kg da MS na dieta total promoveu acréscimo linear na concentração do ácido láurico e comportamento quadrático do ácido mirístico no músculo *longissimus lumborum*. O aumento linear do ácido láurico no leite também foi reportado por Porto Junior et al.

(2021) em estudo com vacas confinadas submetidas a dietas com a inclusão de TL de até 165 g/kg da MS na dieta total.

O acréscimo do ácido láurico no leite é um resultado positivo, pois tem sido relatado que a ingestão de ácidos graxos de cadeia média (AGCM) promove benefícios a saúde humana (LIMA et al., 2021). Os AGCM têm a digestão e absorção mais rápida devido ao tamanho reduzido, sendo uma característica favorável, pois, desta forma, são utilizados como fonte de energia (LIMA et al., 2021).

O acréscimo na concentração do ácido rumênico (18:2 cis9trans11) no leite com a inclusão de 101 g de TL/kg de MS da dieta total está relacionado com a maior da atividade da enzima delta-9-dessaturase, pois é sabido que 64% do ácido linoleico conjugado (CLA) presente no leite é proveniente da desassaturação do ácido graxo vacênico (18:1 trans11) na glândula mamária (GRINARI et al., 2000).

Dos isômeros de CLA, o ácido rumênico (18:2 cis9trans11) é o que predomina no leite de animais ruminantes. Logo, o aumento do ácido rumênico com a inclusão de 101 g de TL/kg de MS da dieta total indica uma melhora na qualidade da gordura do leite, devido a seu comprovado efeito anticarcinogênico e por prevenir a ocorrência de doenças coronarianas (CHEN e PARK, 2019).

### **Qualidade do queijo minas frescal**

A curva do modelo quadrático observado para a variável de umidade do queijo foi côncava, enquanto que a curva do teor de EE do queijo foi convexa, o que indica relação inversa entre essas variáveis. O comportamento oposto destas duas variáveis pode ser atribuído a maior atividade enzimática das lipases lipoproteicas e esterases pré-gástricas (do coalho utilizado para produção dos queijos) nos queijos mais úmidos, o que provavelmente favoreceu a lipólise e refletiu em menor teor de EE (THIERRY et al., 2017; VILAMIL et al., 2020).

Alguns fatores podem interferir no rendimento do queijo, como por exemplo, a composição do leite e a metodologia utilizada para produção dos queijos (ZHANG et al., 2006). Consequentemente, a semelhança no rendimento dos queijos ocorreu em função da semelhança da composição química do leite entre as dietas estudadas.

### **Análise sensorial**

O uso da ferramenta estatística Análise de Componente Principais (ACP) foi eficiente para avaliar a análise sensorial do queijo de leite de cabras alimentadas com

dietas contendo níveis de inclusão de TL, assim como no experimento de Silva et al. (2021b), que examinaram a inclusão da torta de dendê em dietas de alto concentrado para cabras de descarte, em que os dois primeiros componentes principais explicaram 99,67% da variação total da análise sensorial da carne.

As variáveis de maior influência sobre a qualidade sensorial do queijo Minas Frescal de cabras submetidas a dietas com inclusão de TL foram identificadas por meio da ACP. Assim, o uso desta ferramenta estatística mostrou que os atributos de maior influência na avaliação sensorial do queijo foram textura e sabor.

Observa-se que a inclusão da TL no nível mais elevado (200 g/kg) melhorou a textura do queijo. Porém, os níveis intermediários de inclusão da TL (67 e 133 g/kg) resultaram em sabor mais agradável para o produto e, conseqüentemente, em maior aceitação global dos mesmos.

Child e Drake (2009) relataram que a redução do teor de gordura do queijo está associada com alterações na textura, com reduções da mastigabilidade, dureza e elasticidade do queijo, refletindo na aceitabilidade do produto pelos consumidores. Logo, o aumento observado no teor de gordura dos queijos em função da inclusão da TL refletiu em maior pontuação para o parâmetro de textura do queijo.

É conhecido que modificações na composição química do queijo refletem no sabor e essas diferenças estão relacionadas principalmente com a ocorrência de reações como proteólises, lipólises e fermentação de carboidratos (IANNI et al., 2019). No entanto, a presença de outros compostos, como os fenólicos, também estão associados a alterações sensoriais.

Os compostos fenólicos em concentrações adequadas no leite e em seus derivados tem relação positiva com a qualidade sensorial do produto, porém, em concentrações excessivas, afetam negativamente o sabor e odor deste (IANNI et al., 2019).

Não observou-se diferenças na composição do leite e queijo que justificasse a menor aceitação sensorial do queijo de cabras suplementadas com o nível mais elevado de TL (200 g/kg). Porém existem compostos fenólicos na TL que devem ter influenciado na aceitação sensorial do queijo (epicatequina, catequina, procianidina B1 e B2, luteolina, entre outros). Logo, a hipótese mais provável é que os níveis intermediários de inclusão de TL (67 e 133 g/kg) aumentaram a aceitação sensorial dos queijos em função da presença destes compostos fenólicos, contudo, no nível mais

elevado de inclusão da TL (200 g/kg da MS) a concentração dos compostos fenólicos presentes na TL afetou negativamente.

A semelhança observada no consumo dos nutrientes e produção dos componentes do leite, aliado ao aumento do ácido rumênico no leite evidencia o potencial de utilização da TL em dieta para cabras em lactação em substituição a ingredientes convencionais de maior valor comercial. De forma semelhante, o rendimento do queijo foi mantido e a qualidade sensorial foi conservada até o nível de inclusão de 133 g de TL por kg de MS da dieta total. Desta forma, a inclusão da TL como estratégia para reduzir custos do concentrado utilizados em dietas de cabras em lactação é recomendado até o nível de inclusão de 133 gramas da TL por kg na MS da dieta total.

### CONCLUSÃO

Com base nos parâmetros estudados, recomenda-se a inclusão de TL em 133 g/kg na MS da dieta total de cabras em lactação, visto que conserva a qualidade sensorial do queijo produzido com o leite desses animais.

#### ANEXO 1

#### AVALIAÇÃO SENSORIAL DE QUEIJO DE CABRA

Nome:

---

Sexo : F  M  Idade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Você está participando de uma pesquisa científica sobre “Análise sensorial de queijo de cabra”. Por favor, seja o mais fiel possível nas suas respostas, pois elas são de extrema importância para o sucesso deste trabalho. Desde já agradecemos sua participação e colaboração.

Com que frequência você consome queijo de cabra?

- ( ) Raramente (2 a 5 vezes ao ano)
- ( ) Esporadicamente (Mais de 5 vezes ao ano)
- ( ) Frequentemente (Mais de 1 vez por mês)

Veja como você deve pontuar as características do queijo:

ATRIBUTOS		SABOR		ODOR	
9	Gostei muitíssimo	9	Gostei muitíssimo	9	Gostei muitíssimo
8	Gostei muito	8	Gostei muito	8	Gostei muito
7	Gostei moderadamente	7	Gostei moderadamente	7	Gostei moderadamente
6	Gostei Ligeiramente	6	Gostei Ligeiramente	6	Gostei Ligeiramente
5	Não gostei nem desgostei	5	Não gostei nem desgostei	5	Não gostei nem desgostei
4	Desgostei ligeiramente	4	Desgostei ligeiramente	4	Desgostei ligeiramente
3	Desgostei moderadamente	3	Desgostei moderadamente	3	Desgostei moderadamente
2	Desgostei muito	2	Desgostei muito	2	Desgostei muito
1	Desgostei muitíssimo	1	Desgostei muitíssimo	1	Desgostei muitíssimo

Amostra 077		Amostra 473		Amostra 164		Amostra 521	
Atributos	Nota	Atributos	Nota	Atributos	Nota	Atributos	Nota
Cor		Cor		Cor		Cor	
Odor		Odor		Odor		Odor	
Sabor		Sabor		Sabor		Sabor	
Textura		Textura		Textura		Textura	
Aceitação Global		Aceitação Global		Aceitação Global		Aceitação Global	

Identifique as amostras na ordem da sua preferência quanto ao sabor e odor:

	Sabor		Odor
1 ° Lugar		1 ° Lugar	
2° Lugar		2° Lugar	
3° Lugar		3° Lugar	
4° Lugar		4° Lugar	

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC (Association of Official Analytical Chemists), Official Methods of Analysis, 15th ed. (AOAC), Washington, D.C, USA. 1990.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists), Official Methods of Analysis, 18th ed. (AOAC), Gaithersburgs, MD, USA. 2006.

ARAÚJO, P. H.; MAIA, A. S.; CORDEIRO, A. M.; GONDIM, A. D.; SANTOS, N. A. Catalytic deoxygenation of the oil and biodiesel of Licuri (*Syagrus coronata*) to obtain n-alkanes with chains in the range of biojet fuels. **ACS omega**, v. 4, n.14, p. 15849-15855, 2019.

ARRUDA, P. C. L.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; BOMFIM, M. A. D.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A., 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.

BAGALDO, A. R.; MIRANDA, G. S.; SOARES JÚNIOR, M. S. F.; ARAÚJO, F. L.; MATOSO, R. V. M.; CHIZZOTTI, M. L.; BEZERRA, L. R.; OLIVEIRA, R. L.; 2019. Effect of Licuri cake supplementation on performance, digestibility, ingestive behavior, carcass traits and meat quality of grazing lambs. **Small Ruminant Research**, v. 177, p.18–24, 2019.

BAYAT, A. R.; TAPIO, I.; VILKKI, J.; SHINGFIELD, K. J.; LESKINEN, H. Plant oil supplements reduce methane emissions and improve milk fatty acid composition in dairy cows fed grass silage-based diets without affecting milk yield. **Journal of Dairy Science**. v. 101, n. 2, p. 1136-1151, 2018.

BENTLEY INSTRUMENTS. Bentley 2000 Operator's Manual. Chaska. p.77, 1995a.

BENTLEY INSTRUMENTS. Somacount 500 Operator's Manual. Chaska.p.12, 1995b..

BESSA, R.J.B. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. in: Calcro, R., & Gómez-Nieves, J.M. (Ed.). **Symposium Europeo – Alimentación en el Siglo XXI**. Badajoz: Colégio Oficial de Veterinários de Badajoz, 283-313 p, 1999.

BORJA, M. S.; OLIVEIRA, R. L.; PEREIRA, M. L. A.; PORTELA, R. W.; BARBOSA, A. M.; RIBEIRO, C. V. D. M.; CARVALHO, G. G. P.. Microbial protein and blood parameters of goats fed with licury cake. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 1, p. 519-530, 2014.

BORJA, M. S.; OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, C. V. D. M.; BAGALDO, A. R.; CARVALHO, G. G. P. D.; SILVA, T. M.; LIMA, L. S.; BARBOSA, L. P. Effects of feeding licury (*Syagrus coronate*) cake to growing goats. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. v. 23, n. 11, p. 1436-1444, 2010.



BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Regulamento Técnico sobre as condições Higiênico Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. Portaria SVS/MS nº 326, de 30 de julho de 1997. Diário Oficial da União, ago. 1997, Seção 1, p. 1.

CHEN, P.B.; PARK, Y. Conjugated Linoleic Acid in Human Health: Effects on Weight Control. **Nutrition in the Prevention and Treatment of Abdominal Obesity**. p. 355–382, 2019.

CHILDS, J. L.; DRAKE, M. Consumer perception of fat reduction in cheese. **Journal of Sensory Studies**, v. 24, n. 6, p. 902-921, 2009.

CLARK, S.; GARCÍA, M. B. M. A 100-year review: Advances in goat milk research. **Journal Dairy Science**. v. 100, p. 10026-10044, 2017.

COSTA, J. B.; OLIVEIRA, R. L.; SILVA, T. M.; RIBEIRO, R. D. X.; SILVA, A. M.; LEÃO, A. G.; BEZERRA, L. R.; ROCHA, T. C. Intake, digestibility, nitrogen balance, performance, and carcass yield of lambs fed licuri cake. **Journal of Animal Science**. v. 94, n. 7, p. 2973-2980, 2016.

COSTA, J. B.; OLIVEIRA, R. L.; SILVA, T. M.; BARBOSA, A. M.; BORJA, M. S.; DE PELLEGRINI, C. B.; OLIVEIRA, V. S.; RIBEIRO, R. D. X.; BEZERRA, L. R. Fatty acid, physicochemical composition and sensory attributes of meat from lambs fed diets containing licuri cake. **PloS one**. v. 13, n. 11, p. e0206863, 2018.

COSTA, E. G. L.; SILVA, F. F.; SILVA, R. R.; PORTO, A. F.; SANTIAGO, B. M.; ROCHA, L. C.; CRUZ, A. G.; GUEDES, A. C. G.; MARTINS NETO, T.; VIEIRA, E. A. Inclusion of licuri meal in the diet of pasture dairy cows. **Tropical animal health and production**, v. 51, n. 8, p. 2505-2511, 2019.

DADO, R. G.; M. S. ALLEN. Variation in and relationships among feeding. Chewing and drinking variables for lactating dairy cows. **Journal of dairy science**. v. 77, p.132-144, 1994.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 4, p. 980-984, 2010.

EL-GAWAD, M. A. A.; AHMED, N. S. Cheese yield as affected by some parameters review. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**. 2011, v. 10, n.2, p.131-153, 2011.

ENSER, M.; SCOLLAN, N.; GULATI, S.; RICHARDSON, I.; NUTE, G.; WOOD, J. The effects of ruminally-protected dietary lipid on the lipid composition and quality of beef muscle. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 47. Kraków, Poland. Proceedings. v.1, p.12-13, 2001.

INZUCCHI S. E.; ZINMAN B; WANNER C.; FERRARI R.,; FITCHETT D.; HANTEL S.; ESPADERO R.; WOERLE H.; BROEDL U. C.; JOHANSEN O. E. .2015. **Diabetes and Vascular Disease Research**. v. 12, p. 90–100, 2015.

FELTRIN, K. L.; BRENNAN, M. I.; RADES, T.; HOROWITZA, M.; BISSET, C. F. Acute oral administration of lauric acid reduces energy intake in healthy males. *e-SPEN Journal*, Volume 9, Issue 2, April 2014, Pages e 69-e75.

FERREIRA, A.C.; VIEIRA, J.F.; BARBOSA, A.M.; SILVA, T.M.; BEZERRA, L.R.; NASCIMENTO JUNIOR, N.G.; FREITAS JUNIOR, J.E.; JAEGER, S.M.P.L.; OLIVEIRA, P.A.; OLIVEIRA, R.L. Effect of replacing ground corn and soybean meal with licuri cake on the performance, digestibility, nitrogen metabolism and ingestive behavior in lactating dairy cows. **Animal Journal**, v.11, n.11, p.1957-1965, 2017.

FURTADO, M.M.; LOURENÇO NETO, J.P.M. Tecnologia de Queijos - Manual Técnico para a Produção Industrial de Queijos. Editora Dipemar: São Paulo. 1987. 118p.

FURTADO, M.M. Principais problemas dos queijos: causas e prevenção. São Paulo. Fonte Comunicações e Editora. 2005. 200p, 2005

FREITAS, T. B.; FELIX, T. L.; PEDREIRA, M. S.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; SILVA, H. G. O.; MOREIRA, B. S. Effects of increasing palm kernel cake inclusion in supplements fed to grazing lambs on growth performance, carcass characteristics, and fatty acid profile. **Animal Feed Science and Technology**. v. 226, p. 71–80, 2017

GOUVÊA, A. A.; OLIVEIRA, R. L.; LEÃO, A. G.; ASSIS, D. Y.; BEZERRA, L. R.; NASCIMENTO JÚNIOR, N. G.; TRAJANO, J. S.; PEREIRA, E. S. Color, sensory and physicochemical attributes of beef burger made using meat from young bulls fed levels of licuri cake. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 96, 3668–3672, 2016A

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, 2016B.

GRINARI, J. M.; CORL, B. A.; LACY, S. H., CHOUINARD, P. Y.; NURMELA, K. V. V.; BAUMAN, D. E. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by  $\Delta 9$ -desaturase. **The Journal of nutrition**, v.130, n. 9, p. 2285-2291, 2000.

GUZMÁN, J. L.; PERTÍÑEZ, M. D.; SOLDEVILLA, H. G.; PÉREZ-CACHO, R. P.; POLO, O. P.; ZARAZAGA, L. Á.; RAMÍREZ, C. A. Effect of citrus by-product on physicochemical parameters, sensory analysis and volatile composition of different kinds of cheese from raw goat milk. **Foods**, v. 9, n. 10, p.1420, 2020.

HOLANDA-JÚNIOR, E.V. Sistemas de produção de pequenos ruminantes no semi-árido do nordeste brasileiro. Embrapa Caprinos, Sobral, BR..2006.

IANNI, A.; BENNATO, F.; MARTINO, C.; GROTTA, L.; MARTINO, G. Volatile flavor compounds in cheese as affected by ruminant diet. **Molecules**, . 25, n. 3, p. 461, 2020.

IBGE. Censo Agropecuário 2017. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio de Janeiro. 2018.

JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of dairy science**, v. 76, n. 12, p. 3851-3863, 1993.

KRAMER, J. K, G.; VIVEK FELLNERA V.; DUGANA M. E.R; FRANK D. SAUERA, F. D.; MOSSOBAB, M.M; MARTIN P. YURAWECZB, M. P. Evaluating Acid and Base Catalysts in the Methylation of Milk and Rumen Fatty Acids with Special Emphasis on Conjugated Dienes and Total trans Fatty Acids. **Lipids**. v. 32, p. 1219–1228, 1997.

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

LIMA, R. R.; GOMES, E. R.; STEPHANI, R.; PERRONE, Í. T.; CARVALHO, A. F.; OLIVEIRA, L. F. C. Nutritional and technological aspects of vegetable oils that stand out for the prevalence of medium-chain triacylglycerides: A review. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, 2021.

MALHEIROS, P. S.; SANT'ANNA, V.; BARBOSA, M. S.; BRANDELLI, A.; & DE MELO FRANCO, B. D. G. M. Effect of liposome-encapsulated nisin and

bacteriocin-like substance P34 on *Listeria monocytogenes* growth in Minas frescal cheese. **International Journal of Food Microbiology**. v.156, n. 3, 2012.

MCGRATH, J.; DUVAL, S.M.; TAMASSIA, L.F.M.; KINDERMANN, M.; STEMMLER, R.T.; GOUBE, V. N.; ACEDO, T.S.; IMMIG, I.; WILLIAMS, S.N.; CELI, P. Nutritional strategies in ruminants: a lifetime approach. **Research in Veterinary Science**. v. 116, p. 28–39, 2017.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal AOAC**. v. 85, p. 1217–1240, 2002.

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, n. 1, p. 395-406, 2017

NRC. National Research Council. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. Washington: National Academy Press, 2007. 362p. English. [www.nap.edu](http://www.nap.edu).

PALMQUIST, D. L.; BEAULIEU, A. D.; BARBANO, D. M. Feed and animal factors influencing milk fat composition. **Journal of Dairy Science**., v. 76, n. 6, p. 1753-771, 1993.

PÉREZ, E. V. B.; PADILLA, N. C.; MENDOZA, C. G.; VYHMEISTER, S.; MORALES, M. S.; LESKINEN, H.; ROMERO, J.; GARNSWORTHY, P. C.; IBÁÑEZ, R. A. . Effect of feeding cows with unsaturated fatty acid sources on milk production, milk composition, milk fatty acid profile, and physicochemical and sensory characteristics of ice cream. **Animals**. v. 9, n. 8, p. 568, 2019.

PIMENTEL, L. R.; SILVA, F. F.; SILVA, R. R.; RODRIGUES, O. E. S.; MENESES, A. M.; JÚNIOR, A. F. P.; OLIVEIRA, P. A. (2016). Fatty acid profile of milk from cows fed palm kernel cake. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 37, n. 4, p. 2773-2783, 2016.

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M.; FRANCISCO, C. L. Composição química e rendimento da carne ovina in natura e assada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. n. 28, p. 154-157, 2008.

PORTO JUNIOR, A. F.; SILVA, F. F. D.; SILVA, R. R.; SOUZA, D. D. D.; COSTA, E. N.; COSTA, E. G. L.; SANTIAGO, B. M.; GONÇALVES, G. D. S. Milk

fatty acid profile of crossbred Holstein x Zebu cows fed on cake licuri. **Revista mexicana de ciencias pecuária**. v. 12, n. 1, p. 72-86, 2021.

QUEIROGA, R. C. R. E.; MAIA M. O.; MEDEIROS A. N.; COSTA R. G.; PEREIRA R. A. G.; BOMFIM M. A. D. Produção e composição química do leite de cabras mestiças Moxotó sob suplementação com óleo de licuri ou de mamona. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.1, p.204-208, 2010.

REIS, M. J.; SANTOS, S. A.; PRATES, L. L.; DETMANN, E.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, A. C. S.; RUFINO, L. M.; MARIZ, L. D.; NERI, F.; COSTA, E. Comparing sheep and cattle to quantify internal markers in tropical feeds using in situ ruminal incubation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 232, p. 139-147, 2017.

RIBEIRO, R. D. X.; OLIVEIRA, R. L.; OLIVEIRA, R. L.; CARVALHO, G. G. P.; MEDEIROS, A. N.; CORREIA, B. R.; SILVA, T. M.; BEZERRA, L. R. (2018A). Palm kernel cake from the biodiesel industry in diets for goat kids. Part 1: nutrient intake and utilization, growth performance and carcass traits. **Small Ruminant Research**. v.165, 17-23, 2018.

RIBEIRO, C. V. D. M.; OLIVEIRA, D. E.; JUCHEM, S. O.; SILVA, T. M.; NALÉRIO, E. S. Fatty acid profile of meat and milk from small ruminants: a review. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, n.1, p. S121-S137, 2011.

RUFINO, M. U. D. L.; COSTA, J. T. D. M.; SILVA, V. A. D.; ANDRADE, L. D. H. C. Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phalerata*) em Buíque, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v. 22, p. 1141-1149, 2008.

SANTANA FILHO, N. B.; OLIVEIRA, R. L.; CRUZ, C. H.; LEÃO, A. G.; RIBEIRO, O. L.; BORJA, M. S.; SILVA, T. M. 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, n. 10, p. 3590-3595, 2016.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: Fatty and composition of meat. **Livestock Production Science**. v. 77, n. 2, p. 187-194, 2002.

SANTOS, R.C.; GOMES, D. I.; ALVES, K.S.; MEZZOMO, R.; OLIVEIRA, L. R. S.; CUTRIM, D.O.; SACRAMENTO, S. B. M.; LIMA, E. M.; CARVALHO, F. F. R.. Carcass characteristics and meat quality of lambs that are fed diets with palm kernel cake. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**. v. 30, p. 865–871, 2017.

SANTOS, M. C.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; OLIVEIRA, A. B.; SANTOS, L. V.; PAIXÃO, T. R.; SILVA, P. G.; SILVA, J. W. D.; BARBOSA, R. P.; COSTA, G. D. Nutrient intake and ingestive behavior of feedlot steers fed with licuri cake. **Tropical animal health and production**. v. 52, n. 4, p. 1803-1809, 2020.

SAS Institute. SAS system for windows: versão 9.2. Cary: SAS Institute, 2009.

SILVA, W. P.; SANTOS, S. A.; CIRNE, L. G.; PINA, D. D. S.; ALBA, H. D.; RODRIGUES, T. C. G. C.; ARAÚJO, M. L. G. M. L.; LIMA, V. G. O.; GALVÃO, J. M.; NASCIMENTO, C. O.; RODRIGUES, C. S.; CARVALHO, G. G. P. Carcass characteristics and meat quality of feedlot goat kids fed high-concentrate diets with licury cake. **Livestock Science**. v. 244, p. 104391, 2121A.

SILVA, L. O.; CARVALHO, G. G. P.; TOSTO, M. S. L.; LIMA, V. G. O.; CIRNE, L. G. A.; PINA, D. S.; LEITE, V. M.; RODRIGUES, C. S.; CARVALHO MESQUITA, B. M. A. Effects of palm kernel cake in high-concentrate diets on carcass traits and meat quality of feedlot goats. **Livestock Science**. v. 246, p. 104456, 2021B.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine & Pharmacotherapy**. v. 56, n. 8, p. 365-379, 2002.

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

SOUZA, J. V.; OLIVEIRA, A. P. D.; FERRARI, I. S.; MIYASATO, I. F.; CARRIJO, K. F.; SCHWAN, R. F.; DIAS, F. S. Autochthonous and commercial cultures with functional properties in goat milk supplemented with licuri fruit. **Food Bioscience**. v. 35, p. 100585, 2020.

THIERRY, A.; COLLINS, Y. F.; MUKDSI, M. A.; MCSWEENEY, P. L.; WILKINSON, M. G.; SPINNLER, H. E. Lipolysis and metabolism of fatty acids in cheese. **In Cheese**. p. 423-444, 2017.

TURAN, H.; SÖNMEZ, G.; KAYA, Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal of Fish Science**. v.1, n.2, p.97-103, 2007.

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

VAN SOEST, P. V.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. E. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch poly-saccharides in relation to animal nutrition. **Journal. Dairy Science**. 1991, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VILLAMIL, R. A.; GUZMÁN, M. P.; OJEDA-ARREDONDO, M.; CORTÉS, L. Y.; ARCHILA, E. G.; GIRALDO, A.; MONDRAGÓN, A. I. Cheese fortification through the incorporation of UFA-rich sources: A review of recent (2010-2020) evidence. *Heliyon*, v. 7, n. 1, p. e05785, 2020.

WOŁOSZYN, J.; HARAF, G.; OKRUSZEK, A.; WEREŃSKA, M., GOLUCH, Z.; TELESZKO, M. Fatty acid profiles and health lipid indices in the breast muscles of local Polish goose varieties. **Poultry Science**. v. 99, n. 2, p. 1216-1224, 2020.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, p.21-32, 2003.

YUNES, V. M.; BENEDET, H. D. Experimental development of a fresh cheese from buffalo's milk. **Food Science and Technology**. v. 20, n. 3, p. 285-290, 2000.

ZHANG, R.; MUSTAFA, A. F.; ZHAO, X. Effects of flaxseed supplementation to lactating ewes on milk composition, cheese yield, and fatty acid composition of milk and cheese. **Small Ruminant Research**. v. 63, p. 233-241, 2006.

## **CAPÍTULO III**

**Desempenho produtivo e perfil metabólico em cabras submetidas a dietas com torta de dendê**



## **Desempenho produtivo e perfil metabólico em cabras submetidas a dietas com torta de dendê.**

### **Productive performance and metabolic profile in goats fed diets with palm kernel cake**

#### **RESUMO**

Esse experimento foi conduzido para analisar o melhor nível de inclusão da torta de dendê (TD) na alimentação de cabras em lactação com base no desempenho produtivo e metabólico. Foram utilizadas 12 cabras, oito Saanen e quatro Anglo Nubiana, com peso corporal de  $46,0 \pm 9,4$  kg e com  $105 \pm 5$  dias de lactação, distribuídas em um delineamento em quadrado latino 4x4 triplicado, sendo as dietas compostas por, 0, 80, 160 e 240 g de TD/kg na MS da dieta total. Utilizaram-se contrastes polinomiais ortogonais para avaliar o efeito do nível de inclusão da torta de licuri e considerou-se o nível de 5% de probabilidade. A inclusão da TD decresceu o consumo de matéria seca ( $P < 0,001$ ), proteína bruta ( $P < 0,001$ ), fibra em detergente neutro (FDN) ( $P < 0,01$ ) e carboidratos não fibrosos ( $P < 0,01$ ), assim como a digestibilidade da matéria seca ( $P = 0,031$ ). A produção de leite ( $P < 0,001$ ) e a porcentagem de proteína do leite ( $P = 0,001$ ) reduziram gradativamente, entretanto, a inclusão da TD não influenciou a eficiência na produção de leite ( $P > 0,05$ ). O consumo de extrato etéreo variou de forma quadrática ( $P < 0,001$ ) em função da inclusão da TD. As eficiências de alimentação e ruminação da matéria seca e da FDN foram reduzidas ( $P < 0,001$ ). As porcentagens de gordura e sólidos totais ( $P = 0,024$ ) do leite foram influenciadas de forma quadrática. A inclusão da TD reduziu a concentração de ureia sérica e o nitrogênio das fezes, do leite e do nitrogênio retido ( $P < 0,001$ ), e teve efeito quadrático para o nitrogênio ingerido e digerido ( $P < 0,001$ ). A inclusão da TD na dieta de cabras em lactação promoveu reduções no consumo e na produção de leite, entretanto, não influenciou na eficiência de produção de leite. Assim, a inclusão TD só é recomendada para produções em sistemas com baixos níveis tecnológicos.

**Palavras-chave:** Coproduto; nutrição; eficiência de produção de leite; pequenos ruminantes.

## ABSTRACT

This experiment was conducted to analyze the best level of inclusion of palm kernel cake (PKC) in the feeding of lactating goats based on productive and metabolic performance. Twelve goats were used, 8 Saanen and 4 Anglo Nubian, with body weight of  $46.0 \pm 9.4$  kg and lactation days of  $105 \pm 5$ , distributed in a triplicate 4 X 4 Latin square design, with the diets composed of, 0, 80, 160 and 240 g of PKC/kg in the DM of the total diet. Orthogonal polynomial contrasts were used to evaluate the effect of the level of inclusion of the palm kernel cake and the level of 5% probability was considered. The inclusion of PKC reduced the consumption of dry matter ( $P < 0.001$ ), crude protein ( $P < 0.001$ ), neutral detergent fiber (NDF) ( $P < 0.01$ ) and non-fibrous carbohydrates ( $P < 0.01$ ), as well as dry matter digestibility ( $P = 0.031$ ). Milk production ( $P < 0.001$ ) and percentage of milk protein ( $P = 0.001$ ) gradually reduced, however, the inclusion of PKC did not influence milk production efficiency ( $P > 0.05$ ). The consumption of ether extract varied quadratically ( $P < 0.001$ ) as a function of the inclusion of PKC. Feeding and rumination efficiencies of dry matter and fiber were reduced ( $P < 0.001$ ). Both milk production and production of fat, protein, lactose and total solids, given in g/day, reduced ( $P < 0.05$ ) with the inclusion of palm kernel cake. However, the percentages of fat and total solids ( $P = 0.024$ ) of the milk had a quadratic behavior. The inclusion of PKC reduced serum urea concentration and nitrogen in feces, milk and retained ( $P < 0.001$ ), and had a quadratic effect for ingested and digested nitrogen ( $P < 0.001$ ). The inclusion of PKC in the diet of lactating goats promoted reductions in consumption and milk production, however, it did not influence the efficiency of milk production. Thus, the PKC inclusion is only recommended for productions in systems with low technological levels.

**Keywords:** Co-product; milk production efficiency; nutrition; small ruminants.

## INTRODUÇÃO

Para atender a necessidade de leite e de derivados do leite de cabra, precisamos aderir tecnologias que aumentem a produção e a continuidade da oferta, sem afetar o bem-estar animal. O confinamento é uma estratégia que promove o aumento da produção e a homogeneidade dos produtos. Porém, o confinamento gera aumento nos

custos de produção, sendo a alimentação o fator mais oneroso dentro desse sistema de produção (DENTLER et al., 2020).

Como estratégia para reduzir os custos com alimentação, tem sido estudada a utilização de coprodutos com valor nutricional adequado para nutrição animal e menor valor comercial do que concentrado tradicionalmente utilizados, principalmente milho grão e farelo de soja (FERREIRA et al., 2017). A torta de dendê (TD) é um coproduto da indústria de biocombustíveis, obtido após a extração do óleo do fruto, com regularidade de oferta ao longo do ano (CALLEGARI et al., 2019). Sua composição é favorável para uso na alimentação animal, pois possui, em média, 157 g/kg de proteína bruta (PB), 548 g/kg de fibra em detergente neutro (FDN) e 70 g/kg de extrato etéreo (EE) com base na matéria seca MS (Silva et al., 2020; Silva et al., 2021).

Na literatura foi demonstrado que a inclusão da TD na alimentação de cabritos de engorda até o nível de 210 g/kg na MS da dieta total não afetou o consumo de MS (OLIVEIRA et al., 2017). Na alimentação de cabras de descarte confinadas, recebendo dietas de alto concentrado, se observou que o melhor nível de inclusão de TD foi de 108 g/kg na MS da dieta total (SILVA et al., 2020). A TD também é recomendada na dieta de bovinos machos confinados no nível de inclusão de até 240 g/kg na MS da dieta total (LISBOA et al., 2021). Devido às diferenças observadas na literatura, sugere-se que mais estudos são necessários para definir o melhor nível de inclusão de TD para cabras em lactação confinadas.

Tendo em vista as características nutricionais da TD, assim como os resultados observados na literatura, nossa hipótese é de que existe um nível adequado de inclusão da TD para cabras em lactação, que possa melhorar a produção de leite, sem afetar o consumo e que permita reduzir os custos de produção. Desta forma, objetivou-se avaliar a inclusão da TD (0, 80, 160 e 240 g/kg na MS) na dieta de cabras em lactação sobre os parâmetros produtivos e metabólicos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Considerações éticas e de localização**

O manejo e os procedimentos realizados nos animais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Bahia (número de aprovação: 73/2018). O experimento ocorreu entre janeiro e março de 2019.

O experimento foi realizado na fazenda experimental da Universidade Federal da Bahia (UFBA), localizada no município de Entre Rios, região nordeste da Bahia, Brasil (11°56'31" S, 38°05'04" W e 162 m de altitude). A região apresenta temperatura média mínima de 22 °C, temperatura média máxima de 29 °C, com precipitação média anual de 1.000–1.251 mm, sendo o clima quente e semi-úmido (KOOPEN, 1931).

### **Animais, delineamento e manejo experimental**

Utilizou-se doze cabras, oito da raça Saanen e quatro da raça Anglo Nubiana, múltíparas, com peso médio de  $46,9 \pm 9,4$  kg, com  $105 \pm 5$  dias de lactação e produção de leite de  $1,5 \pm 0,4$  kg/dia. O desenho experimental utilizado foi o quadrado latino (4X4) triplicado, com dois quadrados com cabras da raça Saanen e um com cabras da raça Anglo Nubiana. O período experimental foi dividido em 15 dias de pré-adaptação e 4 períodos de 14 dias, totalizando 71 dias. Sendo que em cada período experimental dez dias foram destinados à adaptação dos animais às dietas e os últimos quatro dias a coleta de dados e amostras.

Os animais foram alojados em aprisco com baias individuais suspensas e com piso ripado de madeira. Cada baia ( $1,5 \text{ m}^2$ ) possuía cocho e bebedouro individual com água e comida fornecidos *ad libitum*.

O experimento consistiu em testar a inclusão da TD nas proporções de 0, 80, 160 e 240 g/kg com base na matéria seca (MS) da dieta total. As dietas foram formuladas segundo o NRC (2007) para atender as exigências de manutenção e produção de leite de cabras em lactação (Tabela 1). As dietas foram fornecidas na forma de mistura completa duas vezes ao dia (08:00 e 15:00 h) de maneira a garantir aproximadamente 20% de sobras. A proporção de volumoso : concentrado foi de 40:60, sendo o volumoso utilizado a silagem de milho.

**Tabela 1.** Proporção dos ingredientes (g/kg) e composição química (g/kg) das dietas com inclusão de torta de dendê.

Itens	Torta de dendê (g/kg)				TD	SM
	0	80	160	240		
<b>Ingredientes (g/kg)</b>						
Silagem de milho	400,0	400,0	400,0	400,0	-	-
Torta de dendê	0,0	80,0	160,0	240,0	-	-
Milho moído	320,0	260,0	200,0	140,0	-	-
Farelo de algodão	180,0	160,0	140,0	120,0	-	-
Gérmen de milho	40,0	40,0	40,0	40,0	-	-
Farelo de soja	50,0	50,0	50,0	50,0	-	-
Sal mineral <sup>1</sup>	10,0	10,0	10,0	10,0	-	-
<b>Composição química (g/kg MS)</b>						
Matéria seca (g/kg MN)	681,5	683,9	686,0	688,8	912,2	346,1
Cinzas	31,3	33,4	35,6	37,7	47,4	37,9
Proteína bruta	162,4	162,9	163,3	163,8	159,3	107,6
FDNcp <sup>2</sup>	337,8	369,0	398,8	428,6	617,9	559,9
FDACP <sup>3</sup>	234,0	251,0	268,8	286,8	379,5	331,2
FDNpd <sup>4</sup>	196,9	217,7	237,2	256,6	415,2	328,3
NIDN <sup>5</sup>	-	-	-	-	13,1	2,7
NIDA <sup>6</sup>	-	-	-	-	3,4	1,9
Lignina	78,6	83,2	87,7	92,3	135,8	76,7
Extrato etéreo	50,7	59,8	68,8	77,8	161,9	18,7
Carboidratos não fibrosos	417,8	375,0	333,6	292,1	13,9	275,9
Nutrientes digestíveis totais*	777,8	779,0	780,3	781,7	810,7	725,7

<sup>1</sup>Níveis de garantia (por kg de elementos ativos): Cálcio - 183,00 g, Fósforo - 60,00 g, Potássio - 28,00 g, Enxofre - 16,00 g, Magnésio - 20,00 g, Cobre - 250,00 mg, Cobalto - 30,00 mg, Cromo - 10,00 mg, Ferro - 250,00 mg, Iodo - 70,00 mg, Manganês - 1.500,00 mg, Selênio - 30,00 mg, Zinco - 3.500,00 mg, Flúor (máx.) - 600,00 mg. MS - matéria seca; MN - matéria natural; <sup>2</sup>fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; <sup>3</sup>fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína; <sup>4</sup>FDN potencialmente digestível; <sup>5</sup>NIDN - nitrogênio indigestível em detergente neutro; <sup>6</sup>NIDA - nitrogênio indigestível em detergente ácido; \*Cruz et al. (2021); TD - torta de dendê; SM - silagem de milho.

No momento da ordenha foi realizado *o pré e pós dipping* com a utilização de um spray de iodo glicerinado 0,5%. Os primeiros jatos de leite foram eliminados em uma caneca de fundo escuro para detectar possíveis casos de mastite. A ordenha foi manual, realizada uma vez ao dia (07:00 h).

### Pesagem dos animais

As pesagens foram realizadas pela manhã antes do fornecimento das dietas e com o auxílio da balança Laboremus Mécânica modelo BL3000S - PRO. Realizou-se as

pesagens após o período de pré adaptação dos animais ao manejo e no 14º dia de cada período experimental.

### **Consumo e digestibilidade dos componentes nutricionais**

O consumo foi calculado pela diferença entre a quantidade do componente presente no alimento fornecido e aquela encontrada nas sobras. As amostras do alimento fornecido e das sobras foram coletadas entre o 12º e 14º dia de cada período experimental, e ao final realizou-se uma amostra composta por animal e por período.

A digestibilidade aparente foi determinada pelo método indireto, por meio da coleta *spot* de fezes, diretamente da ampola retal. As coletas foram realizadas durante três dias consecutivos: 12º dia (08:00 h e 14:00 h), 13º dia (10:00 h e 16:00 h) e 14º dia (12:00 h e 18:00 h) (LAZZARANI et al., 2016). As amostras de fezes foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C, moídas em moinho com peneira de 1 mm e misturadas em igual proporção para formar uma amostra composta por animal e por período.

A excreção fecal foi estimada utilizando a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno (REIS et al., 2017).

Os coeficientes de digestibilidade (CD) foram calculados segundo Berchielli et al. (2011):  $CD = [(kg \text{ da fração ingerida} - kg \text{ da fração excretada}) / (kg \text{ da fração ingerida})] \times 100$

### **Comportamento ingestivo**

O comportamento ingestivo foi analisado em um período de 24 h, em intervalos de 5 min. As observações foram realizadas no décimo primeiro dia de cada período experimental, em que registrou a atividade que a cabra estava executando no momento como alimentação, ruminação ou ócio, conforme metodologia proposta por Johnson e Combs (1991).

Os dados do comportamento ingestivo foram registrados por 8 avaliadores treinados, distribuídos em duplas por intervalo de tempo de 2h, posicionados de modo a haver mínima interferência no comportamento dos animais. Durante as avaliações noturnas o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

As variáveis de tempo de alimentação, ruminação e ócio foram obtidas pelo produto do número de observações da atividade pelo intervalo de tempo entre as observações, que foi de 5 minutos. Já as variáveis de episódios de alimentação,

ruminação e ócio, foram obtidas pelo número de períodos de tempo que a cabra executou cada uma das atividades de forma ininterrupta. Os resultados de eficiência de alimentação e ruminação da MS e da FDN foram calculados dividindo os consumos desses nutrientes pelo tempo gasto com alimentação e ruminação, respectivamente. Os dados referentes ao comportamento ingestivo foram obtidos de acordo com a metodologia descrita por Bürger *et al.* (2000).

### **Produção, composição e qualidade do leite**

A produção de leite foi registrada diariamente por animal durante todo período experimental, sendo considerado para avaliação os dados observados nos quatro últimos dias de cada período experimental.

A produção de leite corrigida para gordura (PLCG 4%) foi obtida utilizando a fórmula descrita no NRC (2001):  $PLCG\ 4\% = 0,4 * \text{produção de leite (gramas)} + 15 * \text{gordura do leite (gramas)}$ .

As amostras de leite foram colocadas em frascos de plástico com conservante 2-bromo 2-nitropropano 1-3-diol (bromopol), para as análises de proteína, gordura, lactose, nitrogênio ureico e sólidos totais, por meio do analisador infravermelho Bentley-2000 da Bentley Instruments® (Bentley Instruments Inc., Curitiba, Paraná, Brasil) (BENTLEY INSTRUMENTS, 1995a). A contagem de células somáticas foi realizada no aparelho Somacount-500 da Bentley Instruments® (Bentley Instruments Inc., Curitiba, Paraná, Brasil) (BENTLEYINSTRUMENTS, 1995b). Estas análises foram realizadas no laboratório da Clínica do Leite ESALQ/USP, em Piracicaba- SP.

As eficiências da produção de leite (EPL) e da produção do leite corrigida para gordura (EPLCG) foram obtida da seguinte forma:

$EPL = \text{produção de leite (gramas)} / \text{ingestão de matéria seca (gramas)}$ .

$EPLCG = \text{produção de leite corrigio pra gordura (gramas)} / \text{ingestão de matéria seca (gramas)}$ .

### **Análises laboratoriais**

As amostras dos ingredientes, dietas experimentais (concentrados + volumoso), sobras, fezes e urina foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal, pertencente à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia.

As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 h. Após a pré-secagem, procedeu-se a moagem em moinho tipo Willey, dotado de peneiras de

crivos de 1 mm de diâmetro, para as análises de composição bromatológicas, e de 2 mm, para avaliação da FDNi.

As análises realizadas foram: matéria seca (MS, método 934.01), cinzas (método 930.06), extrato etéreo (EE, método 920.39) e proteína bruta (PB, método 981,10) (AOAC, 2005).

Para as análises da FDN e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), utilizou-se a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). A FDN e FDA foram corrigidas para cinza (MERTENS, 2002) e proteína (LICITRA et al., 1996).

A lignina foi determinada segundo o método 973,18 da AOAC (2005).

A FDNi foi determinada pelo método *in situ*, em sacos de TNT, 5x5 cm, com gramatura de 100 g/m<sup>2</sup>, seguindo a metodologia descrita por Reis et al. (2017). A FDN potencialmente digestível (FDNpd) foi obtida pela diferença entre a fibra em detergente neutro corrigida pra cinza e proteína (FDNcp) e a FDNi.

Para estimar o valor de carboidratos não fibrosos utilizou-se a equação proposta por Hall (2003):  $CNF (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \text{cinza} + \%FDNcp)$ .

As digestibilidades aparentes dos componentes nutricionais foram estimadas com as fórmulas propostas por Da Cruz et al. (2021) para pequenos ruminantes:

$$(1) \quad PBda = 0,7934x PB\% - 0,44$$

$$(2) \quad EEda = 0,9107 X EE\% - 0,33$$

$$(3) \quad FDNcpde = \{0,7877 X (FDN - Lignina) + [1 - (Lignina/FDN)^{0,85}]\}$$

$$(4) \quad CNFda = 0,9041X CNF\% - 3,22$$

Após os cálculos de digestibilidade aparente dos componentes nutricionais, utilizou-se a seguinte fórmula para obtenção do NDT:

$$NDT = \text{digestibilidade aparente da proteína bruta} + (\text{digestibilidade aparente do extrato etéreo} \times 2,25) + \text{digestibilidade efetiva da fibra em detergente neutro} + \text{digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos}$$

### **Parâmetros sanguíneos**

Para a avaliação das concentrações sérica de nitrogênio ureico, albumina e proteínas totais, amostras de sangue foram coletadas por punção da veia jugular no 14º dia de cada período experimental. As coletas foram realizadas 4 h após a alimentação, com o uso de tubos a vácuo (*vacutainer*). Em seguida, foi realizada a centrifugação a 3.500 rpm por 15 min para a obtenção do soro sanguíneo, sendo este armazenado em



*ependorf* devidamente identificados e conservados em freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$  para posteriores análises.

Utilizou-se o método colorimétrico, com auxílio de kits comerciais Doles (Doles Reagentes Ltd., Goiânia, Goiás, Brasil), para a determinação das concentrações séricas de albumina, proteína total e ureia, sendo as leituras realizadas em espectrofotômetro (AJX-1900, Micronal SA, São Paulo, Brasil).

### **Balanço nitrogenado**

Amostras *spot* de urina foram coletadas no 13º dia de cada período experimental, aproximadamente 4 h após a alimentação. Alíquotas de 10 mL de urina foram diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036N, conforme descrito por Valadares et al. (1999). Logo após, foram acondicionadas em recipientes plásticos identificados, e então congelados para posteriores análises.

Para estimar a excreção urinária diária, determinou-se o conteúdo de creatinina das amostras usando um kit comercial (Labtest®, Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil) e leitura em espectrofotômetro (AJX-1900, Micronal SA, São Paulo, Brasil). Utilizou-se a fórmula proposta por Fonseca et al. (2006), que considera excreção média de creatinina para cabras lactantes de 26,05 mg/kg de peso corporal.

Excreção urinária diária (L/dia) =  $(26,05 \times \text{PC (kg)}) / \text{concentração de creatinina (mg/L)}$ .

O balanço dos compostos nitrogenados foi obtido segundo Zeoula et al. (2006).

### **Análises estatísticas**

Os resultados foram submetidos a análise estatística segundo delineamento em quadrado latino (4x4) triplicado utilizando-se o PROC MIXED do SAS versão 9.1 de acordo com o modelo abaixo

$$Y_{ijkl} = \mu + QLi + A(QLi)_j + Pk + TDi + QLx TDil + \epsilon_{ijkl},$$

Em que:  $Y_{ijkl}$  = variável dependente;  $\mu$  = média geral;  $QLi$  = efeito fixo do quadrado latino ( $i = 1, 2$  e  $3$ );  $A(QLi)_j$  = efeito aleatório do animal dentro do quadrado latino ( $j = 1, 2, 3$  e  $4$ );  $Pk$  = efeito aleatório do período ( $k = 1, 2, 3$  e  $4$ );  $TDi$  = efeito do nível de inclusão da torta de dendê ( $0, 80, 160$  e  $240$ );  $QLx TDil$  = efeito fixo da interação entre quadrado latino e nível de inclusão da torta de dendê;  $\epsilon_{ijkl}$  = erro aleatório pressuposto  $NID \sim (0, \sigma^2)$ .

O efeito do nível de inclusão da torta de licuri foi avaliado através do ajuste de contrastes polinomiais ortogonais para avaliar o efeito linear (-3 -1 +1 +3) e quadrático (+1 -1 -1 +1). Para todas as avaliações considerou-se o nível de 5% de probabilidade para o erro tipo I.

Não foi observado interação entre o tratamento e o quadrado (grupo racial) para nenhuma das variáveis estudadas.

## **RESULTADOS**

### **Consumo e digestibilidade**

Houve redução linear ( $P < 0,05$ ) no consumo de componentes nutricionais em função da inclusão da TD na dieta, exceto para o consumo de EE ( $P = 0,015$ ), o qual foi influenciado de forma quadrática (Tabela 2).

Não se verificou diferença na digestibilidade da PB ( $P > 0,05$ ), FDN ( $P > 0,05$ ), EE ( $P > 0,05$ ) e CNF ( $P > 0,05$ ), contudo, a digestibilidade da MS ( $P = 0,031$ ) e o NDT ( $P = 0,026$ ) reduziram linearmente (Tabela 2).

**Tabela 2.** Consumo e digestibilidade de componentes nutricionais e nutrientes digestíveis totais em cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de dendê.

Itens	Torta de dendê (g/kg)				P- valor		
	0	80	160	240	EPM <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Peso (kg)<sup>4</sup></b>	45,85	46,82	46,76	44,90	1,42	0,208	0,009
<b>Consumo (g/dia)</b>							
Matéria seca <sup>5</sup>	1677,9	1682,6	1251,0	842,1	78,33	<0,001	0,618
Matéria orgânica <sup>6</sup>	1597,4	1584,1	1170,1	782,5	75,86	<0,001	0,618
Proteína bruta <sup>7</sup>	316,2	268,9	200,9	130,6	13,57	<0,001	0,430
Extrato etéreo <sup>8</sup>	102,3	107,8	88,76	67,2	4,49	<0,001	0,015
Fibra em detergente neutro <sup>9</sup>	577,2	576,7	423,0	247,6	25,92	<0,001	0,216
Fibra em detergente neutro pd <sup>10</sup>	281,3	255,9	193,0	62,2	16,00	<0,001	0,225
Carboidratos não fibrosos <sup>11</sup>	633,8	546,3	332,3	207,8	35,38	<0,001	0,523
Nutrientes digestíveis totais <sup>12</sup>	1390,0	1245,3	884,3	619,5	62,19	<0,001	0,491
<b>Digestibilidade (g/kg)</b>							
Matéria seca <sup>13</sup>	675,0	652,0	646,0	634,0	5,20	0,031	0,290
Matéria orgânica	645,8	645,81	647,4	633,60	5,89	0,528	0,577
Proteína bruta	686,0	672,0	681,0	629,0	4,17	0,771	0,459
Extrato etéreo	920,0	929,0	927,0	894,0	3,86	0,314	0,734
Fibra em detergente neutro	400,0	361,0	430,0	462,0	9,69	0,113	0,131
Carboidratos não fibrosos	876,0	921,0	889,0	906,0	6,44	0,150	0,224
Nutrientes digestíveis totais <sup>14</sup>	771,0	742,0	748,0	735,0	7,30	0,026	0,407

<sup>1</sup>EPM = Erro padrão da média; L<sup>2</sup> = Linear; Q<sup>3</sup> = Quadrático; significativo para P<0,05. FDNi: - FDN indigestível. FDNpd: FDN potencialmente digestível <sup>4</sup>(Peso = 45,81 + 0,02292TD + 0,00011TD<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 0,82) <sup>5</sup>(CMS = 1919,29 - 4,1961TD, R<sup>2</sup> = 0,99); <sup>6</sup>(CMO = 1852,28 - 4,0757TD, R<sup>2</sup> = 0,99); <sup>7</sup>(CPB = 322,86 - 0,7809TD, R<sup>2</sup> = 0,99); <sup>8</sup>(CEE = 103,02 + 0,08788TD - 0,00102TD<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 0,18); <sup>9</sup>(CFDN = 659,94 - 0,9367TD, R<sup>2</sup> = 0,94); <sup>10</sup>(FDNpd = 399,56 - 0,5442TD, R<sup>2</sup> = 0,93); <sup>11</sup>(CCNF = 764,61 - 2,2499TD, R<sup>2</sup> = 0,99); <sup>12</sup>(CNDT = 1431,45 - 3,30TD, R<sup>2</sup> = 0,98); <sup>13</sup>(DMS = 669,1 - 0,133TD, R<sup>2</sup> = 0,79); <sup>14</sup>(NDT = 76,53 - 0,1317TD, R<sup>2</sup> = 0,73).

### Comportamento ingestivo

Observou-se redução linear nas eficiências de alimentação e ruminação da matéria seca e da fibra em detergente neutro (P<0,05). Os demais parâmetros do comportamento ingestivo não foram influenciados pelas dietas (Tabela 3).

**Tabela 3.** Comportamento ingestivo de cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de dendê.

Itens	Torta de dendê (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P- valor	
	0	80	160	240		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Tempo por atividade (min/dia)</b>							
Alimentação	242	258	304	255	9,14	0,284	0,061
Ruminação	394	394	376	371	9,50	0,282	0,874
Ócio	803	789	761	815	14,18	0,938	0,183
<b>Eficiência (gramas/h)</b>							
Alimentação MS <sup>4</sup>	476,3	404,7	250,3	229,8	23,86	<0,001	0,358
Alimentação FDN <sup>5</sup>	160,3	152,8	105,3	107,0	8,33	0,001	0,636
Ruminação MS <sup>6</sup>	290,5	250,4	202,1	153,1	12,22	<0,001	0,680
Ruminação FDN <sup>7</sup>	97,2	94,3	84,7	71,0	4,12	0,001	0,229
<b>Períodos (Nº de episódios/dia)</b>							
Alimentação	16	15	16	13	0,59	0,208	0,409
Ruminação	26	26	25	26	0,60	0,658	0,448
Ócio	37	36	34	34	0,72	0,099	0,681

EPM<sup>1</sup> – erro padrão da média; L<sup>2</sup> - linear; Q<sup>3</sup> - quadrático; significativo para P<0,05; Ócio – tempo gasto em ócio; <sup>4</sup>(Eficiência de alimentação de matéria seca = 475,25 – 1,1157TD, R<sup>2</sup> = 0,92); <sup>5</sup> (Eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro = 162,27 – 0,2555TD, R<sup>2</sup> = 0,81); <sup>6</sup> (Eficiência de ruminação de matéria seca = 293,34 – 0,5809TD, R<sup>2</sup> - 0,99); <sup>7</sup>(Eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro = 100,14 – 0,1121TD, R<sup>2</sup> = 0,92).

### Produção e composição do leite

A produção de leite (P<0,001), porcentagem de proteína (P=0,001) e do extrato seco desengordurado (P<0,001) reduziram linearmente (Tabela 4). O teor de gordura (P=0,024) e de sólidos totais do leite (P=0,024) tiveram efeito quadrático com valores máximos de 5,1 e 13,03 % nos níveis de inclusão de 108,2 e 81,79 g de TD por kg na MS da dieta total, respectivamente (Tabela 4). A inclusão da TD não influenciou o teor de lactose (P>0,05) e a eficiência de produção de leite (P>0,05), com valores médios de 4,4% e 0,52 litros de leite por kg de MS consumido, respectivamente. (Tabela 4).

**Tabela 4.** Produção e composição do leite de cabras submetidas a dietas com diferentes níveis crescentes de torta de dendê.

Itens	Torta de dendê (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P- valor	
	0	80	160	240		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Produção de leite em gramas por dia</b>							
Produção de leite <sup>4</sup>	933,5	862,2	763,8	532,5	69,70	<0,001	0,087
PLCG <sup>5</sup>	906,44	945,98	774,49	509,44	63,40	<0,001	0,004
<b>Composição (%)</b>							
Gordura <sup>6</sup>	4,2	5,2	4,5	4,1	0,20	0,328	0,024
Proteína <sup>7</sup>	3,8	3,8	3,4	3,3	0,10	0,001	0,344
Lactose	4,4	4,4	4,3	4,3	0,02	0,277	0,818
Sólidos totais <sup>8</sup>	13,2	14,4	13,2	12,6	0,28	0,039	0,024
Extrato seco desengordurado <sup>9</sup>	9,0	9,1	8,8	8,4	0,10	0,001	0,152
Nitrogênio ureico (mg/dL)	26,4	26,9	26,2	25,9	0,43	0,229	0,750
<b>Eficiência de produção de leite (produção de leite/ consumo de matéria seca)</b>							
Produção de leite	0,48	0,51	0,53	0,54	0,08	0,125	0,696
PLCG	0,47	0,57	0,53	0,54	0,06	0,266	0,225

EPM<sup>1</sup> – erro padrão da média; L<sup>2</sup> - linear; Q<sup>3</sup> - quadrático; significativo para P<0,05; PLCG – produção de leite corrigida para gordura; <sup>4</sup>(PL = 969,20 – 1,6263TD, R<sup>2</sup> = 0,92); <sup>5</sup>(PLCG = 912,31 + 1,1524TD – 0,01190TD<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 0,20); <sup>6</sup>(GORD = 4,4139 + 0,01082TD – 0,00005X<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 0,63); <sup>7</sup>(PROT = 3,8279 – 0,0025TD, R<sup>2</sup> = 0,80); <sup>8</sup>(ST = 13,49 + 0,01145TD – 0,00007TD<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 0,43); <sup>9</sup>(ESD = 9,1745 – 0,00285TD, R<sup>2</sup> = 0,80); NU - teor de nitrogênio ureico no leite em mg/dL.

### Parâmetros sanguíneos

A inclusão da TD reduziu o teor de ureia sérica (P=0,001) (Tabela 5). As concentrações séricas de albumina, proteínas totais, globulina e a proporção albumina:globulina não foram influenciadas (P>0,05) com a inclusão da TD na dieta, com valores médios de 1,6; 5,0; 3,4 gramas por decilitro e 0,5, respectivamente.

**Tabela 5.** Metabólitos sanguíneos em cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de dendê.

Itens	Torta de dendê (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P- valor	
	0	80	160	240		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
Albumina (g/dL)	1,5	1,6	1,6	1,5	0,07	0,946	0,137
Proteínas totais (g/dL)	5,1	4,6	4,7	5,5	0,21	0,460	0,175
Globulina (g/dL)	3,6	2,9	3,1	4,0	0,22	0,510	0,098
Albumina: Globulina	0,5	0,5	0,5	0,4	0,23	0,352	0,151
Ureia (mg/dL) <sup>4</sup>	59,3	64,2	52,6	52,1	1,62	<0,001	0,320

EPM<sup>1</sup> – erro padrão da média; L<sup>2</sup> - linear; Q<sup>3</sup> - quadrático; significativo para P<0,05; 4(Ureia= 63,06 – 0,4710TD, R<sup>2</sup> = 0,63).

### Balanço nitrogenado

A inclusão da TD promoveu redução gradativa para o nitrogênio ingerido ( $P=0,001$ ), nitrogênio presente nas fezes ( $P=0,001$ ), no leite ( $P=0,001$ ), retido ( $P=0,001$ ) e digerido ( $P=0,001$ ) (Tabela 6). Apenas o nitrogênio presente na urina não foi alterado em função da TD com valor médio de 18,9 gramas por dia.

**Tabela 6.** Balanço nitrogenado em cabras em lactação submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de dendê.

Itens	Torta de dendê (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P- valor	
	0	80	160	240		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Nitrogênio (g/dia)</b>							
Ingerido <sup>4</sup>	50,6	43,2	32,1	20,9	2,22	0,001	<0,430
Fezes <sup>5</sup>	10,5	9,5	6,5	4,6	0,51	0,001	0,505
Leite <sup>6</sup>	5,0	4,7	3,8	2,6	0,35	0,001	0,169
Urina	16,3	21,1	20,3	17,7	1,59	0,727	0,103
Retido <sup>7</sup>	18,8	7,9	1,5	-4,0	2,16	0,001	0,431
Digerido <sup>8</sup>	40,1	33,7	25,6	16,3	1,78	0,001	0,453

EPM<sup>1</sup> – erro padrão da média; L<sup>2</sup> - linear; Q<sup>3</sup> - quadrático; significativo para  $P<0,05$ ; <sup>4</sup> (Nitrogênio ingerido =  $51,6571 - 0,1249X$ ,  $R^2 = 0,99$ ); <sup>5</sup> (Nitrogênio fezes =  $10,87 - 0,0259X$ ,  $R^2 = 0,97$ ); <sup>6</sup> (Nitrogênio leite =  $5,456 - 0,0111X$ ,  $R^2 = 0,97$ ); <sup>7</sup> (Nitrogênio retido =  $16,8965X - 0,09321$ ,  $R^2 = 0,98$ ); <sup>8</sup> (Nitrogênio digerido =  $40,79 - 0,09902X$ ,  $R^2 = 0,99$ ).

## DISCUSSÃO

### Consumo e digestibilidade

Segundo Hoffman (1989), os caprinos são classificados como consumidores intermediários e são os mais seletivos dos ruminantes domésticos. Assim, a redução observada no consumo de MS (CMS) e dos demais componentes nutricionais está associada à baixa aceitabilidade da TD pelas cabras em lactação, o que foi observado nas sobras alimentares das dietas com maiores níveis de TD, onde houve predominância do concentrado com o coproduto. Corroborando com o presente estudo, Silva et al. (2020) também verificaram maior proporção de concentrado nas sobras de cabras de descarte a partir dos níveis de inclusão de TD de 240 g/kg na MS.

Houve redução no consumo de PB em 55,51% e de CNF em 70,62 % na dieta com nível de inclusão de 240 g/kg em comparação com a dieta sem inclusão de TD. Assim, a redução da DMS pode ter ocorrido em função da diminuição na quantidade de

substrato rapidamente fermentável, que é necessário para o crescimento microbiano, visto que a taxa de crescimento microbiano é um dos fatores que interferem na digestibilidade (NOCEK e RUSSEL, 1988).

Além disso, a razão entre os CNF e a FDN consumida (CNF/FDN) foi alterada com a inclusão da TD na dieta, passando de 1,16 para 0,64 da dieta sem TD para a dieta com 240 g/kg. O que confirma a hipótese de redução da digestibilidade da MS em função da menor disponibilidade de substrato fermentável no rúmen para crescimento microbiano (NOCEK e RUSSEL, 1988), sendo este efeito pronunciado de forma que mesmo com a menor taxa de passagem em função da redução no consumo houve redução na digestibilidade. Resultado semelhante foi observado por Song et al. (2018) que testaram a redução da relação CNF/FDN (1,16 e 1,66) e observaram menor eficiência de síntese de proteína microbiana para os animais que consumiram menor relação CNF/FDN. A redução na DMS também foi observada por Silva et al. (2020), que estudaram a inclusão da TD em dietas de alto concentrado para cabras de descarte.

### **Comportamento ingestivo**

Com a redução nos consumos de MS e de FDN, poderia ser esperado um efeito semelhante no tempo gasto com alimentação. No entanto, o tempo dispendido com a alimentação não foi alterado com a inclusão da TD. O que indica que, quando submetidas a dietas com inclusão de TD, as cabras passaram grande parte do tempo destinado a alimentação praticando seleção das dietas, ao invés de ingerindo o alimento. Esse comportamento de seleção também foi observado com a inclusão da TD em dietas de alto concentrado para cabritos confinados, provavelmente para evitar o consumo da TD (RODRIGUES et al., 2021).

Outra justificativa para os resultados observados para o tempo gasto com alimentação é que, ao evitar o consumo do concentrado, as cabras submetidas às dietas com TD consumiram predominantemente o volumoso (silagem de milho), que tinha tamanho de partícula maior, quando comparado ao tamanho de partícula do concentrado, por isso passaram mais tempo se alimentando. Essa teoria é confirmada por Schultz et al. (2019), que estudaram níveis de FDN e diferentes tamanhos de partículas em dietas de cabras em lactação, e relataram que o aumento no tamanho de partícula causa um efeito linear crescente sobre o tempo de alimentação, com aumento de 4 min/dia para cada cm de aumento no tamanho de partícula.

A diferença do tamanho de partícula, em função da rejeição do concentrado com a inclusão do coproduto, refletiu no tempo de ruminação, que se manteve mesmo com a redução no CMS e CFDN. Desta forma, maior tempo de ruminação foi necessário por unidade de alimento para degradação da silagem que foi consumida em maior proporção nas dietas com TD. Esse aumento no tempo de ruminação em função do aumento no tamanho de partícula foi relatado por Arowolo et al. (2020), que observaram que, ao aumentar o tamanho de partícula do volumoso de 20 para 100 mm em dietas de caprinos, houve um aumento de 20% no tempo gasto com a alimentação e de 16% com o tempo em ruminação.

Portanto, a redução na eficiência de alimentação e ruminação da MS e da FDN das cabras submetidas a dietas com TD ocorreu em função do maior tempo gasto por unidade de MS e FDN consumida e ruminada.

O presente estudo corrobora com o de Silva et al. (2020) que também observaram redução nas eficiências de alimentação e ruminação da MS para cabras de descarte submetidas a dietas com TD.

### **Produção e composição do leite**

Segundo o NRC (2007), a exigência nutricional de uma cabra em lactação com produção média de dois kg de leite por dia é de 229,9 g/dia de PB e de 1219,4 g/dia de NDT. Utilizando os valores utilizados por estimativa das equações de regressão obtidas, apenas as dietas sem inclusão de TD e com inclusão de 80 g de TD por kg na MS da dieta total atenderam ao consumo de PB e apenas a dieta sem inclusão de TD atendeu a exigência de consumo de NDT, o que justifica a redução observada na produção de leite de cabras submetidas a dietas com níveis crescentes de TD.

Quando a proporção de consumo de CNF e de FDN é modificada, ocorre também mudança na microbiota ruminal e, conseqüentemente, na proporção dos produtos da fermentação ruminal, assim, a redução no consumo de CNF leva a menor produção do ácido propiônico (CANTALAPIEDRA-HIJAR et al., 2009), sendo este, precursor de glicose em ruminantes. A maior parte da glicose produzida a partir do propionato é utilizada para a produção de lactose, sendo a lactose o principal responsável pela entrada de água na glândula mamária devido a sua propriedade hidroscópica (HAILE-MARIAM e PRYCE, 2017; FOX et al., 2015; LI et al., 2020; SANTOS et al., 2021). Logo, a redução no consumo de CNF e de NDT, são os principais responsáveis pela



diminuição na produção de leite das cabras submetidas a dietas com níveis crescentes de TD.

Nossos achados corroboram com os de Santos et al. (2021) que realizaram um estudo de meta-análise para demonstrar os efeitos da utilização da TD em dietas de vacas em lactação. Estes autores observaram que a redução do consumo de CNF em função da inclusão da TD promoveu efeitos negativos na ingestão e digestibilidade ruminal, ocasionando em redução no aporte de energia para produção de leite.

A semelhança do comportamento entre o consumo de EE e o teor de gordura no leite observado no presente estudo pode ser justificado pela predominância de ácidos graxos saturados na TD. Como observado por Leduc et al. (2017) em um estudo de meta-análise que avaliou diferentes fontes de EE para vacas em lactação, os autores observaram que os ácidos graxos saturados (AG) promoveram maior concentração de gordura no leite em função da baixa toxicidade desses AG para os microrganismos ruminais.

A redução da gordura do leite a partir do nível de inclusão da TD de 108 g/kg também pode estar associada ao menor consumo de carboidratos (CNF + FDN), visto que a síntese de gordura na glândula mamária tem como substrato o ácido acético e butírico, ácidos graxos provenientes da degradação de carboidratos (BAUMAN et al., 2003; URRUTIA et al., 2017; ZABELI et al., 2008).

Essa redução na gordura do leite foi relatada no estudo de Li et al. (2020), com vacas em lactação recebendo dietas com diferentes proporções de volumoso e concentrado (35:65 e 60:40), em que a redução na proporção de volumoso (menor consumo de FDN), diminuiu em 7% a gordura do leite.

Os substratos para a produção da proteína do leite são os aminoácidos provenientes da proteína metabolizável (proveniente da proteína microbiana, proteína não degradada no rúmen e proteína endógena) (DANES et al., 2020). Assim, a menor disponibilidade de substratos para a síntese de proteína microbiana, e consequentemente de proteína metabolizável, refletiu em menor aporte de aminoácidos para a glândula mamária, assim como, um menor aporte de proteína não degradada no rúmen, resultando na diminuição do teor de proteína do leite.

A composição do leite referente ao teor de gordura, proteína, lactose e sólidos totais, apesar de terem sido influenciados pelas dietas experimentais, atenderam às normas vigentes de qualidade do leite (Brasil, 2000).

A eficiência de produção de leite consiste na relação entre a produção de leite e o consumo de MS. Observou-se que a redução no consumo de MS refletiu proporcionalmente na diminuição da produção de leite, o que indica que o aporte de nutrientes não foi suficiente para suprir a exigência de produção das cabras em lactação nas dietas em que a TD foi incluída.

### **Metabólitos sanguíneos**

O composto nitrogenado proveniente da dieta pode ser utilizado pelos microrganismos ruminais na forma de aminoácido ou de amônia (BERCHIELLI et al., 2011). Desta forma, mudanças no consumo de PB refletem no *pool* amoniacal no rúmen (VAN SOEST, 1994). O nitrogênio que é degradado no rúmen e que não é utilizado para produção de proteína microbiana é absorvido na parede ruminal na forma de amônia e transportado para o fígado, onde é transformado em ureia, composto menos tóxico ao organismo, e desta forma retorna para o sangue (KOZLOSKI, 2011). Com isso, a redução de 0,47 mg/dL de ureia sérica por g/kg de TD está associada ao menor consumo PB em função da inclusão de TD, que provavelmente refletiu em menor concentração de amônia no rúmen.

Embora tenha sido observada diminuição da ureia sérica, esta se encontra dentro dos valores de referência para caprinos, entre 20 e 60 mg/dL (MOHAMMED et al., 2016).

### **Balço de nitrogênio**

A baixa aceitabilidade da TD, fator que influenciou na redução do consumo de MS, promoveu menor consumo de nitrogênio.

O nitrogênio presente nas fezes é o indigestível, apesar das dietas com inclusão da TD ter maior quantidade de NIDN e NIDA, a redução no consumo de nitrogênio promoveu redução do nitrogênio presente nas fezes. Corroborando com nosso estudo, Silva et al. (2020) também observaram redução no nitrogênio fecal de cabras de descarte recebendo TD em dietas de alto concentrado.

Para que ocorra a síntese dos compostos nitrogenados do leite é necessário que os aminoácidos provenientes da proteína microbiana e da dieta estejam disponíveis para a glândula mamária (DANES et al., 2020). Para isso, é necessário que haja substrato para produção da proteína microbiana (e.g. energia e proteína), assim como, aminoácidos

provenientes da dieta. Logo, a redução no consumo dos nutrientes, possivelmente limitou o aporte de nitrogênio para síntese microbiana e conseqüentemente para a glândula mamária, o que está associado com a redução do nitrogênio do leite.

Apesar da redução do nitrogênio retido em função da TD, apenas a dieta com 240 g/kg teve valor negativo, o que indica que, neste nível de inclusão, o animal precisou mobilizar aminoácidos do tecido corporal para produção de leite (BERCHIELLI et al., 2011).

A utilização da TD em dietas para cabras em lactação reduziu o consumo dos nutrientes e a produção de leite, desta forma, apesar de ser um ingrediente de menor valor comercial, este não é recomendado para cabras em lactação devido a baixa aceitação deste coproduto por estes animais.

## CONCLUSÕES

A torta de dendê em níveis de até 240g/kg em dietas para cabras em lactação reduz o consumo e a produção de leite, mas não afeta a eficiência alimentar.

Para sistemas mais intensificados e com animais de maior potencial genético para produção de leite a torta de dendê não é recomendada. Porém, em sistemas de baixo nível tecnológico, a torta de dendê é uma alternativa alimentar visto que apesar da redução na produção, a eficiência de produção manteve.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. (Association of Official Analytical Chemists), Official Methods of Analysis, 18th ed. (AOAC), Gaithersburgs, MD, USA. 2005.

AROWOLO, M. A.; YANG, S.; WANG, M.; HE, J. H.; WANG, C.; WANG, R; WEN, J.N.; MAC, Z. Y.; TAN, Z. L. The effect of forage theoretical cut lengths on chewing activity, rumen fermentation, dissolved gases, and methane emissions in goats. **Animal Feed Science and Technology**. v. 263, p. 114454, 2020

BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J.M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Review of Nutrition**. v. 23, p. 203–227, 2003.

BENTLEY INSTRUMENTS.1995b. Bentley 2000 Operator's Manual. Chaska, p.77.

BENTLEY INSTRUMENTS.1995b. Somacount 500 Operator's Manual. Chaska, p.12.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Nutrição de ruminantes. 2ª edição, editor Funep, São Paulo, BR. 616p, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 37, de 31 de outubro de 2000. Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite de cabra. Diário Oficial da União, Brasília, 8 nov. de 2000.

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

CALLEGARI, A.; BOLOGNESI, S.; CECCONET, D.; CAPODAGLIO, A. G. Production technologies, current role, and future prospects of biofuels feedstocks: A state-of-the-art review. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 50, n. 4, p. 384-436, 2019.

CANTALAPIEDRA-HIJAR, G., YÁÑEZ-RUIZ, D. R., MARTÍN-GARCÍA, A. I., & MOLINA-ALCAIDE, E. Effects of forage: concentrate ratio and forage type on apparent digestibility, ruminal fermentation, and microbial growth in goats. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 2, p. 622-631, 2009.

CLARK, S.; GARCÍA, M. B. M. A 100-year review: Advances in goat milk research. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n.12, p. 10026-10044, 2017.

CRUZ, C. H.; SANTOS, S. A.; CARVALHO, G. G. P.; JOSÉ AZEVEDO, A. G.; DETMANN, D.; S. C. SVALADARES FILHO, S. C.; MARIZ, L. D. S.; PEREIRA, E. S.; NICORY, I. M. C.; TOSTO, M. S. L.; ALBA, H. D. R. Estimating digestible nutrients in diets for small ruminants fed with tropical forages. **Livestock Science**. v. 249, p. 104532, 2021.

DANES, M. A. C.; HANIGAN, M. D.; APELO, S. A.; DIAS, J. D. L.; WATTIAUX, M. A.; BRODERICK, G. A. Post-ruminal supplies of glucose and casein, but not acetate, stimulate milk protein synthesis in dairy cows through differential effects on mammary metabolism. **Journal of Dairy Science**. v. 103, n. 7, p. 6218-6232, 2020.

DENTLER, J.; KIEFER, L.; HUMMLER, T.; BAHRS; E.; ELSAESSER, M. The impact of low-input grass-based and high-input confinement-based dairy systems on

food production, environmental protection and resource use. **Agroecology and Sustainable Food Systems**. v. 44, p. 1089-1110, 2020.

FERREIRA, A. C.; VIEIRA, J. F.; BARBOSA, A. M.; SILVA, T. M.; BEZERRA, L. R.; NASCIMENTO, N. G.; FREITAS, J. E.; JAEGER, S. M. P. L.; OLIVEIRA, P.; OLIVEIRA, R. L. Effect of replacing ground corn and soybean meal with licuri cake on the performance, digestibility, nitrogen metabolism and ingestive behavior in lactating dairy cows. **Animal**, v. 11, n. 11, p. 1957-1965, 2017.

FONSECA, C. E. M. D.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. D. C.; LEÃO, M. I.; CECON, P. R., RODRIGUES, M. T.; PINA, D. S.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO, M. L.; ARAÚJO, A. M. Estimativa da produção microbiana em cabras lactantes alimentadas com diferentes teores de proteína na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, p. 1169-1177, 2006.

FOX, P. F.; UNIACKE-LOWE, T.; MCSWEENEY, P. L. H.; O'MAHONY, J. A. Chemistry and biochemistry of fermented milk products. In *Dairy Chemistry and Biochemistry* Springer, Cham. v. 1, p. 547-567, 2015.

GOETSCH, A.; ZENG, S.; GIPSON, T. Factors affecting goat milk production and quality. **Small Ruminants Research**. v. 101, p. 55-63, 2011.

HAILE-MARIAM, M.; PRYCE, J. E. Genetic parameters for lactose and its correlation with other milk production traits and fitness traits in pasture-based production systems. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 5, p. 3754-3766, 2017.

HALL, M.B. Neutral detergent-soluble carbohydrates. Nutritional relevance and analysis. **Gainesville: University of Florida**, v.1, p.76, 2003.

HALL, M. B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v. 81, p. 3226-3232, 2003.

HOFFMANN, R.R. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. **Oecologia**, n.78, p. 443-457, 1989.

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

KOZLOSKI, G.V. Bioquímica dos ruminantes. 3ª edição. UFSM, Santa Maria, 212 p. 2011.

KÖPPEN, W. 1931. Grundriss der klimakunde. Berlin: Walter de Gruyter, 390p.

LAZZARINI, Í.; DETMANN, E.; DE CAMPOS VALADARES FILHO, S.; PAULINO, M. F.; BATISTA, E. D.; DE ALMEIDA RUFINO, L. M.; DE OLIVEIRA FRANCO, M. Nutritional performance of cattle grazing during rainy season with nitrogen and starch supplementation. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 29, p. 1120, 2016.

LEDUC, M.; L'ETOURNEAU-MONTMINY, M. P.; GERVAIS, R.; CHOUINARD, P.Y. Effect of dietary flax seed and oil on milk yield, gross composition, and fatty acid profile in dairy cows : a meta-analysis and meta-regression. **Journal of Dairy Science**. v. 100, p. 8906–8927, 2017.

LI, C., BEAUCHEMIN, K. A.; YANG, W. Feeding diets varying in forage proportion and particle length to lactating dairy cows: I. Effects on ruminal pH and fermentation, microbial protein synthesis, digestibility, and milk production. **Journal of dairy science**.v. 103, n. 5, p. 4340-4354, 2020.

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, n.4, p.347-358. 1996.

LISBOA, M. M.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; CARVALHO, G. G. P., SILVA; J. W. D.; PAIXÃO, T. R.; SILVA, A. P. G.; CARVALHO, V. M.; SANTOS, L. V.; SANTOS, M. C.; LIMA JÚNIOR, D. M. Replacing sorghum with palm kernel cake in the diet decreased intake without altering crossbred cattle performance. **Tropical Animal Health and Production**. v. 53, n. 1, p. 1-6, 2021.

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

MOHAMMED, S. A.; RAZZAQUE, M. A.; OMAR, A. E.; ALBERT, S.; AL-GALLAF, W. M.. Biochemical and hematological profile of different breeds of goat maintained under intensive production system. **African Journal of Biotechnology**. v. 15, p. 1253–1257, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutriente requeriments of dairy cattle**. 7. Rev.ed. Washinton, D. C. 381p. 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids**. Washington: National Academy Press, 2007. 362p. English. www.nap.edu

NOCEK, J. E.; E RUSSELL, J. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**. v. 71, n. 8, p. 2070-2107, 1988.

OLIVEIRA, R. L.; CARVALHO, G. G. P.; OLIVEIRA, R. L.; TOSTO, M. S. L.; SANTOS, E. M.; RIBEIRO, R. D. X.; SILVA, T. M.; CORREIRA, B. R.; RUFINO, L. M. A. Palm kernel cake obtained from biodiesel production in diets for goats: feeding behavior and physiological parameters. **Tropical animal health and production**. v. 49, n. 7, p. 1401-1407, 2017.

REIS, M. J.; SANTOS, S. A.; PRATES, L. L.; DETMANN, E.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, A. C. S.; RUFINO, L. M.; MARIZ, L. D.; NERI, F.; COSTA, E. Comparing sheep and cattle to quantify internal markers in tropical feeds using in situ ruminal incubation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 232, p. 139-147, 2017.

RODRIGUES, T. C. G. C.; SANTOS, S. A.; CIRNE, L. G. A.; PINA, D. S.; ALBA, H. D. R.; ARAÚJO, M. L. G. M. L.; SILVA, W. P.; NASCIMENTO, C. O.; RODRIGUES, C. S.; TOSTO, M. S. L.; CARVALHO, G. G. P. Palm kernel cake in high-concentrate diets for feedlot goat kids: nutrient intake, digestibility, feeding behavior, nitrogen balance, blood metabolites, and performance. **Tropical Animal Health and Production**. v. 53, n. 5, p. 1-11, 2021.

SAS Institute, 2009. SAS system for windows: versão 9.2. Cary: SAS Institute.

SANTOS, G. C. L.; NETO, S. G.; BEZERRA, L. R.; MEDEIROS, A. N.; CAVALCANTE, E. O.; SIGNORETTI, R. D. Palm oil cake in milk production and quality of dairy cows: Systematic review, meta-analysis and principal component analysis. **Livestock Science**. v. 254, p. 104760, 2021.

SCHULTZ, E. B.; AMARAL, R. M. D.; GLÓRIA, L. S.; SILVA, F. F.; RODRIGUES, M. T.; VIEIRA, R. A. M. Ingestive behavior of dairy goats fed diets containing increasing levels of neutral detergent fiber and particle size using multivariate analysis. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 41, 2019.

SILVA, L. O.; CARVALHO, G. G. P.; TOSTO, M. S. L.; LIMA, V. G. O.; CIRNE, L. G. A.; PINA, D. S.; SANTOS, S.A.; AYRES, M. C. C.; RODRIGUES, C. S.; AZEVEDO, J. A. G. Digestibility, nitrogen metabolism, ingestive behavior and performance of feedlot goats fed high-concentrate diets with palm kernel cake. **Livestock Science**. v. 241, p. 104226, 2020.

SILVA, L. O.; CARVALHO, G. G. P.; TOSTO, M. S. L., LIMA; V. G. O.; CIRNE, L. G. A.; PINA, D. S.; LEITE, V. M.; RODRIGUES, C. S.; CARVALHO

MESQUITA, B. M. A. Effects of palm kernel cake in high-concentrate diets on carcass traits and meat quality of feedlot goats. **Livestock Science**, v. 246, p. 104456, 2021.

SONG, S. D., CHEN, G. J., GUO, C. H., RAO, K. Q., GAO, Y. H., PENG, Z. L., ZHANG, Z. F.; BAI, X.; WANG, Y.; WANG, B. X.; CHEN, Z. H.; ZHU, W. L. Effects of exogenous fibrolytic enzyme supplementation to diets with different NFC/NDF ratios on the growth performance, nutrient digestibility and ruminal fermentation in Chinese domesticated black goats. **Animal Feed Science and Technology**. v. 236, p. 170-177, 2018.

URRUTIA, N.L.; HARVATINE, K.J. Acetate dose-dependently stimulates milk fat synthesis in lactating dairy cows. **The Journal of Nutrition**. v. 147, p. 763–769, 2017.

VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives<sup>1</sup>. **Journal of dairy science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

VAN SOEST, P. V.; 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, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST PJ (1994) Nutritional Ecology of the Ruminant, 2nd Edn. Ithaca, NY, USA: Cornell University Press.

ZEBELI, Q.; DIJKSTRA, J.; TAJAJ, M.; STEINGASS, H.; AMETAJ, B. N.; DROCHNER, W. 2008. Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. **Journal of Dairy Science**. v. 91, p. 2046-2066, 2008.

ZEOULA, L.; FERELI, F.; PRADO, I.; GERON, L.; CALDAS NETO, S. F.; PRADO, O.; MAEDA, E. Digestibilidade e balanço de nitrogênio com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.2179-2186, 2006.



## CAPÍTULO IV

### **Torta de dendê em dietas para cabras em lactação: aspectos qualitativos do leite e queijo**

Artigo publicado na revista *Animals*, está formatado segundo as normas do periódico em que foi publicado.

**Citação:** FERREIRA, F. G., LEITE, L. C., ALBA, H. D., MESQUITA, B., SANTOS, S. A., TOSTO, M. S., COSTA, M. P.; PINA, D. S.; GORDIANO, L. A.; GARCIA, A.O.; MAZZA, P. H. S.; CARVALHO, G. G. Palm Kernel Cake in Diets for Lactating Goats: Qualitative Aspects of Milk and Cheese. *Animals*, 11(12), 3501. 2021.

## **Torta de dendê em dietas de cabras para lactação: aspectos qualitativos do leite e queijo**

**Resumo simples** O confinamento de cabras em lactação é uma estratégia para melhorar o desempenho produtivo e a qualidade do leite e derivados produzidos. Porém o confinamento está relacionado com aumento no custo de produção devido principalmente ao componente concentrado da dieta. A utilização de coprodutos da agroindústria permite a redução dos custos com a ração por substituir ingredientes de alto valor comercial, sendo este um produto mais acessível. A inclusão da torta de dendê, coproduto da indústria de biocombustíveis, foi testada nos níveis de 0, 80, 160 e 240 g kg<sup>-1</sup> na MS da dieta total para avaliar o efeito sob os aspectos qualitativos do leite e do queijo. A utilização de até 80 g de torta de dendê kg<sup>-1</sup> na MS da dieta total é indicado para alimentação de cabras cujo leite será destinado a produção de queijos minas frescal.

**Resumo:** Investigou-se o efeito da inclusão da torta de dendê (TD) na alimentação de cabras em lactação nos níveis 0, 80, 160 e 240 g kg<sup>-1</sup> da MS da dieta total sobre os parâmetros de qualidade e sensoriais do queijo minas frescal. Foram utilizadas 12 cabras distribuídas em delineamento em quadrado latino 4x4 triplicado. A utilização da TD foi associada com a redução da umidade do queijo (P = 0,004), o que comprometeu o rendimento do queijo (P = 0,030). Resposta quadrática foi observada para o teor de extrato etéreo do queijo. Observou-se alterações no perfil de ácidos graxos do leite em função da inclusão da TD como, redução dos ácidos graxos caprótico (P = 0,014), caprílico (P = 0,011), cáprico (P = 0,003) e palmítico (P = 0,049), e aumento dos ácidos graxos láurico (P = 0,012) e mirístico (P = 0,02). Observou-se aumento dos ácidos graxos monoinsaturados (P = 0,008) e comportamento quadrático para a relação entre os ácidos graxos poli-insaturados e saturados (P = 0,022) TD e para o índice de trombogenicidade (P = 0,023). A análise de componentes principais indicou que os tratamentos controle e com 80 g kg<sup>-1</sup> de TD foram os mais aceitos pelos provadores. A utilização da torta de dendê é uma boa alternativa para cabras em lactação quando utilizada até 80 g kg<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** ácidos graxos, análise sensorial, cabra leiteira, coproduto, nutrição de ruminantes

## 1. Introdução

O leite e queijo de cabra apresentam qualidades nutricionais relevantes para a saúde humana, devido à similaridade deste com o leite humano, assim como, menor tamanho de glóbulos de gordura e menor proporção de proteínas alergênicas quando comparado ao leite de vaca [1]. Entretanto, a caprinocultura se encontra principalmente em sistemas extensivos de produção [2]. Neste sistema, a alimentação destas cabras é baseada em pastos de baixa qualidade nutricional e altamente fibrosos que limitam o desempenho produtivo dos animais [3].

O confinamento é uma importante estratégia para suprir os nutrientes necessários para manutenção e produção dos animais. O confinamento prioriza a utilização de dietas concentradas, que proporciona aumento na produtividade [4]. Entretanto, a alimentação é o fator mais oneroso na produção animal, chegando a representar até 70% dos custos totais [5]. Como estratégia para redução nos custos de produção, são utilizados ingredientes não convencionais para substituir os ingredientes de alto valor comercial, como farelo de soja e milho moído.

Dentre os alimentos não convencionais, o uso de coprodutos na alimentação animal é uma estratégia importante para reduzir o descarte desses materiais no meio ambiente. Além disso, a eficiente utilização dos coprodutos em dietas para ruminantes pode resultar na obtenção de alimentos de alto valor biológico (E.g. leite e carne) para os humanos [6]. O dendezeiro (*Elaeis guineenses*) é uma planta de origem Sul- africana que se destaca por seu elevado potencial bioenergético e facilidade de cultivo ao se adaptar bem a diversas condições climáticas e de solo [7]. A torta de dendê é obtida após a extração do óleo por meio da prensagem. A torta de dendê possui teor de extrato etéreo que varia entre 96,6 – 105,6 g kg<sup>-1</sup>, proteína 143,4 – 169,0 g kg<sup>-1</sup> e fibra 599,0 – 656,3 g kg<sup>-1</sup> [8 - 10]. Essas características nutricionais são promissoras para compor dietas para animais ruminantes. Em estudo com avaliação sensorial de carne de cabritos alimentados com torta de dendê como parte da dieta houve uma maior aceitação sensorial da carne dos cabritos alimentados com os níveis mais altos de inclusão da torta de dendê (240 e 360 g kg<sup>-1</sup> da matéria seca) [11].

Desta forma, espera-se que a utilização da torta de dendê na alimentação de cabras em lactação não afete os aspectos sensoriais do leite e queijo visando a melhora na qualidade destes produtos.

Neste cenário, este estudo foi realizado com o intuito de avaliar o efeito da inclusão da torta de dendê na dieta, nos níveis de 0, 80, 160 e 240 g kg<sup>-1</sup> sobre a qualidade nutricional e sensorial do leite e queijo Minas Frescal de cabras leiteiras.

## **2. Material e métodos**

### *2.1. Comitê de ética e local de realização do experimento*

O projeto foi aprovado pelo Comitê de ética no uso de animais (CEUA) da Universidade Federal da Bahia (nº 73/ 2018). A condução do experimento ocorreu no setor de caprinocultura da UFBA, localizada no município de Entre Rios, Bahia, Brasil (Latitude 11°56'31" sul, Longitude 38°05'04" Oeste, 162m a.n.m).

### *2.2. Animais, delineamento e manejo experimental*

Utilizou-se 12 cabras multíparas em lactação em delineamento experimental quadrado latino triplicado, dois quadrados com 4 cabras da raça Saanen e, um quadrado com 4 cabras Anglo Nubiana (multíparas, com peso médio de 46,9±9,4, com 105±5 dias de lactação e produção de 1,5±0,4 kg dia<sup>-1</sup>).

O experimento teve duração de 71 dias, sendo 15 dias destinados a pré-adaptação dos animais às instalações, manejo de ordenha e dietas. Os restantes 56 dias foram distribuídos em 4 períodos experimentais de 14 dias cada, em que 10 dias foram destinados a adaptação aos tratamentos e 4 dias para coletas de dados.

A dieta foi formulada segundo o NRC [12] para atender as exigências de manutenção e produção de leite. Os tratamentos experimentais (Tabela 1) consistiram na inclusão da torta de dendê (TD) nos níveis de 0, 80, 160 e 240 g kg<sup>-1</sup> na MS da dieta total (DT). As dietas foram fornecidas na forma de mistura total completa, duas vezes ao dia (08:00 e às 15:00 horas). A proporção de volumoso e concentrado utilizada foi de 40:60 e o volumoso utilizado foi a silagem de milho.

As cabras foram alojadas em baias individuais com área de 1,5m<sup>2</sup> com bebedouro e comedouro. A água foi fornecida em quantidade e qualidade adequada e o alimento foi fornecido com ajustes diários para que tivesse em torno de 20% de sobras.

O manejo de ordenha foi realizado às 07:00 da manhã, sendo precedida de *pré-dipping* com uma solução de iodo glicerinado à 0,5%. Após a ordenha foi realizado o *pós-dipping* através da imersão dos tetos em solução de iodo glicerinado à 0,5%. Foram

tomadas as medidas de higiene dos ordenhadores, bem como limpeza do local e dos utensílios utilizados para a ordenha.

**Tabela 1.** Proporção dos ingredientes (g/kg) e composição química (g/kg) das dietas com inclusão de torta de dendê.

Itens	Torta de dendê (g/kg)				Torta de dendê	SM
	0	80	160	240		
<b>Ingredientes (g/kg)</b>						
Silagem de milho	400,0	400,0	400,0	400,0		-
Torta de dendê	0,0	80,0	160,0	240,0		-
Milho moído	320,0	260,0	200,0	140,0		-
Farelo de algodão	180,0	160,0	140,0	120,0		-
Gérmen de milho	40,0	40,0	40,0	40,0		-
Farelo de soja	50,0	50,0	50,0	50,0		-
Sal mineral <sup>1</sup>	10,0	10,0	10,0	10,0		-
<b>Composição química (g/kg MS)</b>						
Matéria seca (g/kg MN)	681,5	683,9	686,0	688,8	912,2	346,1
Cinzas	31,3	33,4	35,6	37,7	47,4	37,9
Proteína bruta	162,4	162,9	163,3	163,8	159,3	107,6
FDNcp <sup>2</sup>	337,8	369,0	398,8	428,6	617,9	559,9
FDACP <sup>3</sup>	234,0	251,0	268,8	286,8	379,5	331,2
FDNpd <sup>4</sup>	196,9	217,7	237,2	256,6	415,2	328,3
NIDN <sup>5</sup>	-	-	-	-	13,1	2,7
NIDA <sup>6</sup>	-	-	-	-	3,4	1,9
Lignina	78,6	83,2	87,7	92,3	135,8	76,7
Extrato etéreo	50,7	59,8	68,8	77,8	161,9	18,7
Carboidratos não fibrosos	417,8	375,0	333,6	292,1	13,9	275,9
Nutrientes digestíveis totais*	777,8	779,0	780,3	781,7	810,7	725,7

<sup>1</sup>Níveis de garantia (por kg de elementos ativos): Cálcio - 183,00 g, Fósforo - 60,00 g, Potássio - 28,00 g, Enxofre - 16,00 g, Magnésio - 20,00 g, Cobre - 250,00 mg, Cobalto - 30,00 mg, Cromo - 10,00 mg, Ferro - 250,00 mg, Iodo - 70,00 mg, Manganês - 1.500,00 mg, Selênio - 30,00 mg, Zinco - 3.500,00,00 mg, Flúor (máx.) - 600,00 mg. MS - matéria seca; MN - matéria natural; <sup>2</sup>fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; <sup>3</sup>fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína; <sup>4</sup>FDN potencialmente digestível; <sup>5</sup>NIDN -nitrogênio indigestível em detergente neutro; <sup>6</sup>NIDA - nitrogênio indigestível em detergente ácido; Cruz et al. (2021).

### 2.3 Consumo

O consumo foi obtido pela diferença entre a quantidade do componente presente no alimento fornecido e àquela encontrada nas sobras

#### 2.4 Análises químicas

Durante o período experimental, amostras dos ingredientes e sobras foram coletadas e secas em estufa de ventilação forçada em uma temperatura de 55°C por 72 h, após a secagem foram moídas em um moinho de facas tipo Wiley, uma parte a 1 mm para a determinação da composição química e a outra parte a 2 mm para a determinação da fibra em detergente neutro indigestível. Essas amostras foram utilizadas para determinação da matéria seca (MS) (934.01), cinzas (MM) (930.05), proteína bruta (PB) (981.10) e extrato etéreo (EE) (920.39) seguindo a metodologia proposta pela Associação oficial de análises químicas (AOAC)[13].

As determinações da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas conforme Van Soest et al. [14] com adaptações descritas por Mertens [15]. E as correções para cinzas e proteína foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por Sniffen et al. e Licitra et al.[16, 17], respectivamente. A lignina foi determinada de acordo com o método 973,18 da AOAC [18], submetendo o resíduo da FDA a imersão em uma solução de ácido sulfúrico à 72%.

A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi determinada por meio da incubação das amostras pelo método *in situ*, em sacos de TNT com gramatura de 100 g m<sup>2</sup> seguindo a metodologia descrita por Valente et al. [19]. E a fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd) foi obtida pela diferença entre a fibra em detergente neutro corrigida pra cinza e proteína (FDNcp) e a FDNi.

#### 2.5 Composição do leite

A produção de leite foi obtida por animal e por dia durante os quatro últimos dias de cada período experimental.

As amostras de leite foram coletadas e parte dessas amostras foi colocada em frasco plástico com conservante 2-bromo 2-nitropropano 1-3-diol (bromopol), para as análises de proteína, gordura, lactose, nitrogênio ureico e sólidos totais, através do analisador infravermelho Bentley-2000; da contagem de células somáticas, pelo aparelho Somacount-500. Estas análises foram realizadas no laboratório da Clínica do Leite ESALQ/USP, em Piracicaba- SP.

Para a obtenção dos valores dos componentes do leite em g dia<sup>-1</sup>, multiplicou-se a porcentagem de cada componente (gordura, proteína, lactose e sólidos totais) pelo volume de leite produzido (g dia<sup>-1</sup>).

## *26 Análise do perfil de ácidos graxos e da qualidade da gordura do leite*

Amostras do leite foram armazenadas em recipientes herméticos e mantidas em freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$  até o momento da análise de perfil de ácidos graxos. O leite foi descongelado de forma lenta, na geladeira, homogeneizado e uma alíquota (10 ml) foi coletada e centrifugada, após a centrifugação o sobrenadante foi submetido ao procedimento de extração da gordura com o solvente orgânico hexano. Para a metilação dos ácidos graxos utilizou-se um catalisador básico (metóxido de sódio) e um catalisador ácido (cloreto de acetila) por meio de metilação em duas etapas [20].

A quantificação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada através da cromatografia gasosa (Focus GC-Thermo Scientific) com detector de ionização de chama (CG-DIG) e coluna capilar SP-2560 (Supelco, 100m x 0,25 mm x 0,2  $\mu\text{m}$ ). Hidrogênio foi utilizado como gás de arraste a uma taxa de 1,5 mL min<sup>-1</sup>. As temperaturas do detector e do injetor foram fixadas em  $250^{\circ}\text{C}$ . A temperatura inicial da coluna foi estabelecida em  $70^{\circ}\text{C}$ , mantida por 4 min, posteriormente a temperatura foi elevada até  $175^{\circ}\text{C}$ , a uma taxa de  $13^{\circ}\text{C}$  por min, mantendo-se esta temperatura por 27 min e aumentando novamente até  $215^{\circ}\text{C}$  em uma taxa de  $4^{\circ}\text{C}$  por min, mantida por 31 min [20]. A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi feita com base nos tempos de retenção do padrão FA 275 (GLC-674, Nu-Chek Prep, Inc.).

A partir dos resultados obtidos foram efetuado os cálculos do total dos ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI) e as relações entre os ácidos graxos ômega-6 (n-6) e ômega-3 (n-3).

Os índices que indicam a qualidade da gordura do leite foram calculados a partir das equações propostas por Ulbrich e Southage [21].

### *2.7. Produção dos queijos*

A coleta do leite destinado à produção dos queijos minas frescal foi realizada nos quatro últimos dias de cada período experimental. Os leites foram pesados, peneirados e armazenados individualmente em recipientes herméticos a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

O leite foi descongelado, na geladeira, e novamente peneirado. Para a produção dos queijos Minas Frescal foram seguidas as normas sanitárias preconizadas na Portaria nº 326 do Ministério da Saúde, que garante a segurança e qualidade para consumo [22].

O leite foi submetido ao processo de pasteurização, a uma temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$  por 30 min e em seguida foi resfriado em banho de gelo até chegar a  $38^{\circ}\text{C}$ . Os procedimentos de produção do queijo seguiram as etapas descritas por Malheiros et al.

[23], com algumas adaptações, utilizando como ingredientes cloreto de potássio (0,02%; Rica Nata), culturas fornecidas por iogurte desnatado natural (1,8%; Nestlé), cloreto de sódio (0,8%; Sal Lebre) e coagulante líquido (CHY-MAX®). As coalhadas foram colocadas em formas cilíndricas perfuradas e esterilizadas e mantidas em temperatura ambiente sendo viradas a cada 1 h até o gotejamento final.

Após a produção, os queijos foram mantidos refrigerados a  $4 \pm 1$  ° C por aproximadamente 24 h até as análises físico-químicas e sensoriais. Foram coletadas amostras para caracterização físico-química, incluindo umidade pelo método gravimétrico. A pré-secagem das amostras de queijo foi realizada em liofilizador LV2000® (Equipamentos Terroni Científicos, São Carlos, SP, Brasil). As metodologias para determinação de cinzas (930.05), PB (981.10) e EE (920.39) foram aplicadas de acordo com a AOAC [13], e o rendimento calculado de acordo com El-Gawad e Ahmed [24].

### 2.8. Análise sensorial

A avaliação sensorial foi realizada com a aplicação de questionário avaliando cinco atributos sensoriais: cor, odor, sabor, textura e aceitação global. Para cada atributo foi atribuída uma nota que consistiu em desgostei muitíssimo (1), desgostei muito (2), desgostei moderadamente (3), desgostei ligeiramente (4), não gostei nem desgostei (5), gostei ligeiramente (6), gostei moderadamente (7), gostei muito (8) e gostei muitíssimo (9).

O teste foi realizado com 103 consumidores não treinados, selecionados previamente para que fossem consumidores de produtos lácteos, não apresentassem alergias e que tivessem interesse de participar da análise sensorial. Dos 103 provadores, 65% eram do sexo feminino e 35% do masculino, 86,3% com idade entre 18 e 30 anos, 9,7% entre 31 e 40 anos, 2,0% entre 41 e 50 anos e 2,0% entre 51 e 60 anos. Em relação à frequência de consumo de queijo caprino, 81% relatou que consomem raramente, 15% esporadicamente e apenas 4% consomem frequentemente.

As amostras correspondentes aos quatro tratamentos (0, 80, 160 e 240 g kg<sup>-1</sup> de inclusão de TD) foram disponibilizadas em copos de 50 mL em formato de cubo com tamanho médio de 3,4 cm<sup>3</sup> para cada um dos provadores juntamente com uma bolacha de água e sal e água mineral. Foi recomendado que entre uma degustação e outra, o provador fizesse a ingestão do biscoito e da água para evitar mistura de sabores entre amostras, e desta forma, não tivesse interferência na análise sensorial [25]. A



identificação das amostras era feita através de códigos com três dígitos aleatórios e essas foram fornecidas ao provador em potes fechados para manter as características sensoriais. A avaliação ocorreu no período da manhã (entre às 09:00 e 12:00 h).

### 2.10 Cálculos

O índice de aterogenicidade (IA) =  $[12:0 + (4 \times 14:0) + 16:0] / (\Sigma n-6 + \Sigma n-3 + \Sigma \text{AGMI } n-9)$ , em que: 12:0 = ácido láurico, 14:0 = ácido mirístico, 16:0 = ácido palmítico,  $\Sigma n-6$  = somatório de ácidos graxos poli-insaturados ômega-6,  $\Sigma n-3$  = somatório de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 e  $\Sigma \text{AGMI } n-9$  = somatório de ácidos graxos monoinsaturados ômega 9.

O índice de trombogenicidade (IT) =  $(14:0 + 16:0 + 18:0) / (0,5 \times \Sigma \text{AGMI}) + (0,5 \times \Sigma n-6) + (3 \times \Sigma n-3) + (\Sigma n-3 / \Sigma n-6)$ , em que: 14:0 = ácido mirístico, 16:0 = ácido palmítico, 18:0 = ácido esteárico,  $\Sigma n-6$  = somatória de ácidos graxos ômega 6,  $\Sigma n-3$  = somatória de ácidos graxos ômega 3 e,  $\Sigma \text{AGMI}$  = ácidos graxos monoinsaturados.

A relação entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos: hipercolesterolêmicos (h:H), foram avaliados e adaptados em conformidade com Bessa e Santos- Silva et al. [26, 27]:

$h:H = (C18:1 \text{ cis}9 + C18:2 \text{ n-6} + 20:4 \text{ n-6} + C22:5 \text{ n-3}) / (C14:0 + C16:0)$ , em que: C18:1.cis9 = ácido oleico, C18:2  $\omega 6$  = ácido linoleico, 20:4 $\omega 6$  = ácido araquidônico, C22:5 $\omega 3$  = ácido docosapentaenóico C14:0 = ácido mirístico, C16:0 = ácido palmítico.

Rendimento do queijo =  $[(0,93 G + C - 0,1) \times 1,09 \times 100] / (100 - U)$ , em que G corresponde a gordura do leite (%), C é a caseína (%) e U é a umidade (%).

Os carboidratos não fibrosos foram calculados por meio da seguinte equação [28]  $\text{CNF} = 100 - (\% \text{FDNcp} + \% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{cinza})$ .

As digestibilidades aparentes dos componentes nutricionais foram estimadas com as fórmulas propostas por Cruz et al. [29] para pequenos ruminantes:

- (1)  $\text{PBda} = 0,7934 \times \text{PB}\% - 0,44$
- (2)  $\text{EEda} = 0,9107 \times \text{EE}\% - 0,33$
- (3)  $\text{FDNcpde} = \{0,7877 \times (\text{FDN} - \text{LIGNINA}) + [1 - \text{LIGNINA} \div \text{FDN}]^{0,85}\}$
- (4)  $\text{CNFda} = 0,9041 \times \text{CNF}\% - 3,22$

Em que: PBda = digestibilidade aparente da proteína bruta; EEda = digestibilidade aparente do extrato etéreo; FDNcpda = digestibilidade efetiva da fibra em detergente neutro; CNFda = digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos.

Posteriormente aos cálculos de digestibilidade aparente dos componentes nutricionais, utilizou-se a seguinte fórmula para obtenção do NDT:

$$\text{NDT} = \text{PBda} + (\text{EEda} \times 2,25) + \text{FDNcpda} + \text{CNFda}$$

### 2.9. Análises estatísticas

Para as variáveis do rendimento do queijo, composição centesimal, perfil de ácidos graxos, índice de aterogenicidade, índice de trombogenicidade e relação de ácidos graxos hipocolesterolêmicos: hipercolesterolêmicos, foram realizadas análise de variância e regressão, com grau de desdobramento para efeitos lineares e quadráticos, considerando o nível de 5%. Utilizou-se o programa estatístico Statistical Analysis System versão 9.2 [30](SAS, 2009).

O modelo matemático utilizado foi o seguinte:

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + N_{Li} + \epsilon_{ij}$$

Em que,  $\hat{Y}_{ij}$  = Valor observado na parcela que recebeu o tratamento  $i$  na repetição  $j$ ;  $\mu$  = Média geral;  $N_{Li}$  = Efeito fixo do nível de inclusão de TD  $i$  ( $i = 0, 80, 160$  e  $240 \text{ g kg}^{-1}$ ); e  $\epsilon_{ij}$  = Erro experimental aleatório associado a cada observação pressuposto  $\text{NID} \sim (0, \sigma^2)$ .

Os valores das notas obtidas na análise sensorial constituíram um conjunto de dados multivariados que foram dispostos em uma matriz (412 x 6) e interpretados utilizando-se Análise por Componentes Principais. Para a realização da análise foi empregado o programa Statistical Analysis System – SAS versão 9.2 [29] utilizando os dados centrados na média.

## 3. Resultados

### 3.1 Consumo e composição do leite

Os consumos de matéria seca (CMS) e de proteína bruta (CPB) reduziram ( $P < 0,001$ ) (Tabela 2). Os conteúdos de gordura e de sólidos totais do queijo foram influenciados quadraticamente enquanto que a proteína, lactose e caseína tiveram uma redução de  $0,071 \text{ g dia}^{-1}$ ,  $0,079 \text{ g dia}^{-1}$  e  $0,002\%$ , respectivamente (Tabela 2).

**Tabela 2.** Consumo de componentes nutricionais e composição do leite de cabras submetidas a dietas com diferentes níveis de torta de dendê.

Itens	Torta de dendê (g kg <sup>-1</sup> )				P- valor		
	0	80	160	240	EPM <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Consumo (kg dia<sup>-1</sup>)</b>							
Consumo de matéria seca <sup>4</sup>	1,68	1,68	1,25	0,84	0,78	<0,001	0,618
Consumo de proteína bruta <sup>5</sup>	0,30	0,31	0,24	0,13	0,01	<0,001	0,614
<b>Composição do leite (g dia<sup>-1</sup>)</b>							
Gordura <sup>6</sup>	35,54	40,07	31,26	19,76	2,53	<0,001	0,005
Proteína <sup>7</sup>	32,05	30,29	24,48	16,7	2,21	<0,001	0,170
Lactose <sup>8</sup>	40,13	38,15	32,92	22,67	3,11	<0,001	0,139
Sólidos totais <sup>9</sup>	116,18	117,19	96,01	64,08	8,25	<0,001	0,025
Caseína (%) <sup>10</sup>	2,87	2,93	2,61	2,39	0,09	0,001	0,211

<sup>1</sup>EPM – erro padrão da média; <sup>2</sup>L – linear; <sup>3</sup>Q – quadrático; significativo para P<0,05; <sup>4</sup>(CMS = 1,9 – 0,0042TD, R<sup>2</sup> =0,99); <sup>5</sup>(CPB = 0,321-0,000742TD, R<sup>2</sup> =0,99) <sup>6</sup>(GORD = 37,7081 + 0,005758TD – 0,00056x<sup>2</sup>;R<sup>2</sup> =0,22); <sup>7</sup>(PROT = 34,81 – 0,07104TD, R<sup>2</sup> =0,97); <sup>8</sup>(LACT = 43,44 – 0,07916TD, R<sup>2</sup> =0,94); <sup>9</sup>(ST = 121,73 + 0,01738TD – 0,00108TD<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> =0,0948); <sup>10</sup>(CAS = 2,966 – 0,0022TDx, R<sup>2</sup> =0,84).

### 3.2. Perfil de ácidos graxos do leite

A adição de TD na dieta reduziu linearmente os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), capríco (6:0; P=0,014), caprílico (8:0; P=0,011) e cáprico (10:0; P=0,003). Assim, a inclusão de cada g kg<sup>-1</sup> de TD resultou na redução da concentração destes AGCC em 0,003, 0,012 e 0,003 mg 100mg<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 3). O ácido palmítico (16:0; P=0,049) reduziu linearmente na proporção de 0,004 mg 100mg<sup>-1</sup> por g kg<sup>-1</sup> de TD adicionada à dieta, enquanto os ácidos graxos láurico (12:0; P=0,012), mirístico (14:0; P=0,020), miristoleico (14:1; P=0,014) e palmitoléico (16:1; P=0,033) apresentaram comportamento linear crescente (Tabela 3).

**Tabela 3.** Ácidos graxos de cadeia curta e média no leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de dendê.

Itens	Torta de dendê (g kg <sup>-1</sup> )				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	80	160	240		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Perfil de ácidos graxos em mg 100mg<sup>-1</sup></b>							
Ácido butírico (C4:0)	1,451	1,433	1,342	1,367	0,062	0,584	0,879
Ácido capríco (C6:0) <sup>4</sup>	2,074	2,000	1,65	1,512	0,093	0,014	0,842
Ácido caprílico (C8:0) <sup>5</sup>	2,409	2,223	1,722	1,435	0,152	0,011	0,946
Ácido cáprico (C10:0) <sup>6</sup>	7,785	6,646	4,903	3,849	0,535	0,003	0,959
Ácido láurico (C12:0) <sup>7</sup>	3,36	4,812	5,703	6,184	0,423	0,012	0,509
Ácido mirístico (C14:0) <sup>8</sup>	8,301	8,936	9,779	10,044	0,229	0,020	0,721
Ácido miristoleico (C14:1) <sup>9</sup>	0,093	0,122	0,129	0,142	0,009	0,014	0,781
Ácido pentadecanóico (C15:0)	0,593	0,694	0,679	0,704	0,045	0,485	0,708
Ácido palmítico (C16:0) <sup>10</sup>	25,364	25,163	23,851	23,06	1,58	0,049	0,723
Ácido palmitoléico (C16:1) <sup>11</sup>	0,527	0,935	0,815	0,917	0,107	0,033	0,985

<sup>1</sup>EPM – erro padrão da média; <sup>2</sup>L – linear; <sup>3</sup>Q – quadrático; significativo para P<0,05); <sup>4</sup>(C6:0 = 2,114 – 0,00255TD, R<sup>2</sup> = 0,94); <sup>5</sup>(C8:0 = 2,4609 – 0,00428TD R<sup>2</sup> = 0,97); <sup>6</sup>(C10:0 = 7,828 – 0,01694TD, R<sup>2</sup> = 0,93); <sup>7</sup>(C12:0 = 3,61 + 0,012TD, R<sup>2</sup> = 0,95); <sup>8</sup>(C14:0 = 8,3544 + 0,0076TD, R<sup>2</sup> = 0,97); <sup>9</sup>(C14:1 = 0,08991 + 0,00022TD, R<sup>2</sup> = 0,95); <sup>10</sup>(C16:0 = 25,588 – 0,004325TD, R<sup>2</sup> = 0,93); <sup>11</sup>(C16:1 = 0,5839 + 0,002381TD, R<sup>2</sup> = 0,75).

Não foram observados efeitos das dietas nos ácidos graxos de cadeia longa (P>0,05), com exceção do ácido linoleico (C18:2n6c), que teve comportamento quadrático (P=0,002) em resposta a adição da TD com um valor mínimo de 2,425 mg 100mg<sup>-1</sup> quando o nível de inclusão estimado de TD foi de 156,1 g kg<sup>-1</sup> na MS (Tabela 4).

**Tabela 4.** Ácidos graxos de cadeia longa no leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de dendê.

Itens	Torta de dendê (g kg <sup>-1</sup> )				EPM <sup>1</sup> P-valor		
	0	80	160	240	L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>	
<b>Perfil de ácidos graxos em mg 100mg<sup>-1</sup></b>							
Ácido heptadecanóico (C17:0)	0,465	0,018	0,026	0,150	0,078	0,161	0,064
Ácido esteárico (C18:0)	11,877	12,779	13,092	12,314	0,455	0,718	0,409
Ácido vacênico (C18:1 t11)	3,215	3,245	2,070	2,739	0,496	0,598	0,771
Ácido oleico (C18:1 n9c9)	19,531	20,604	23,686	24,36	1,019	0,067	0,92
Ácido linoleico (C18:2n6c) <sup>4</sup>	3,634	2,748	2,781	2,766	0,151	0,002	0,004
Ácido araquídico (C20:0)	0,238	0,254	0,250	0,266	0,016	0,617	0,999
Ácido linolênico (C18:3n3)	0,141	0,114	0,208	0,228	0,033	0,221	0,087
Ácido rumênico (C18:2c9t11)	0,609	0,556	0,503	0,594	0,056	0,229	0,771
Ácido araquidônico (C20:4n6)	0,212	0,189	0,190	0,201	0,013	0,918	0,096
Ácido eicosapentaenoico (C20:5n3)	0,025	0,017	0,022	0,023	0,003	0,904	0,476

<sup>1</sup>EPM – erro padrão da média; <sup>2</sup>L – linear; <sup>3</sup>Q – quadrático; significativo para P<0,05; <sup>4</sup>(C18:2n6c = 3,6451 – 0,01561TD + 0,00005TD, R<sup>2</sup> = 0,46).

Houve efeito linear crescente nos ácidos graxos monoinsaturados (P=0,008) com adição de TD (Tabela 5). Verificou-se comportamento quadrático (P=0,022) para a relação entre os ácidos graxos poli-insaturados e saturados, com o valor mínimo observado de 0,052 mg 100 mg<sup>-1</sup> no nível de inclusão estimado de TD de 118,72 g kg<sup>-1</sup> na MS. O índice de trombogenicidade reduziu (P<0,001) em 0,0018 a cada g kg<sup>-1</sup> de TD incluída na dieta (Tabela 5).

**Tabela 5.** Perfil de ácidos graxos do leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de dendê.

Itens	Torta de dendê (g kg <sup>-1</sup> )				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	80	160	240		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>Perfil de ácidos graxos em mg 100 mg<sup>-1</sup></b>							
AGPI	4,384	3,418	3,491	3,589	0,16	0,090	0,082
AGMI <sup>4</sup>	24,139	25,684	27,659	29,124	0,725	0,008	0,974
AGS	64,347	65,358	63,315	61,620	1,787	0,092	0,284
AGPI:AGS <sup>5</sup>	0,068	0,052	0,055	0,067	0,003	0,981	0,022
Total	92,871	94,459	94,465	94,22	1,54	0,182	0,167
n-6	3,634	2,748	2,781	2,766	0,151	0,057	0,119
n-3	0,141	0,114	0,208	0,228	0,033	0,221	0,087
n6:n3	35,176	25,424	25,599	14,040	3,657	0,064	0,899
CLA	0,609	0,556	0,503	0,594	0,056	0,862	0,568
IA	2,658	2,872	2,614	2,431	0,138	0,490	0,513
IT <sup>6</sup>	3,175	3,214	2,950	2,405	0,124	0,001	0,023
h:H	0,622	0,59	0,664	0,979	0,084	0,511	0,859

<sup>1</sup>EPM – erro padrão da média; <sup>2</sup>L – linear; <sup>3</sup>Q – quadrático; significativo para P<0,05); AGPI – ácido graxo polinsaturado; <sup>4</sup>AGMI – ácido graxo monoinsaturado - ( $AGMI = 24,1122 + 0,02116TD$ ,  $R^2 = 0,99$ ); AGS – ácido graxo saturado; <sup>5</sup>AGPI:AGS – razão entre ácido graxo polinsaturado e ácido graxo saturado - ( $AGPI:AGS = 0,06775 - 0,00026TD + 0,000001095TD$ ,  $R^2 = 0,98$ ); Total – total de ácidos graxos; n-6 – ácidos graxos ômega-6; n-3 – ácidos graxos ômega-3; CLA – somatório dos ácidos linoleicos conjugados; IA – índice de aterogenicidade; <sup>6</sup>IT – índice de trombogenicidade - ( $IT = 3,2476 - 0,00182TD$ ,  $R^2 = 0,84$ ); h:H – razão entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos.

### 3.3. Qualidade do queijo minas frescal

A umidade e o rendimento do queijo tiveram efeito linear decrescente (P<0,05) com a adição da TD, com diminuição de 0,025% e 0,01% a cada g de TD kg<sup>-1</sup> adicionado à dieta, respectivamente (Tabela 6). O teor de proteína bruta e extrato etéreo do queijo responderam quadráticamente (P<0,05) com valores máximos obtidos de 43,48% MS e 46,87 % MS com os níveis de inclusão estimados de TD de 144,28 e 155,26 g kg<sup>-1</sup> na MS, respectivamente (Tabela 6).

**Tabela 6.** Composição química e rendimento do queijo Minas Frescal de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de dendê.

Itens	Torta de dendê (g kg <sup>-1</sup> )				EPM <sup>1</sup>	P- valor	
	0	80	160	240		L <sup>2</sup>	Q <sup>3</sup>
<b>% da matéria seca</b>							
Umidade <sup>4</sup>	63,50	54,49	57,76	54,90	1,02	0,004	0,123
Proteína bruta <sup>5</sup>	44,62	44,65	42,58	44,40	0,28	0,146	0,041
Extrato etéreo <sup>6</sup>	42,21	46,08	46,76	45,89	0,53	<0,001	0,002
Matéria mineral	7,02	6,11	6,63	6,25	0,14	0,110	0,279
<b>Kg de queijo em 100 kg de leite</b>							
Rendimento <sup>7</sup>	20,00	16,18	17,68	16,41	0,43	0,003	0,129

<sup>1</sup>EPM – erro padrão da média; <sup>2</sup>L – linear; <sup>3</sup>Q – quadrático; (significativo para P<0,05); <sup>4</sup>(Umidade = 60,5211 – 0,02537TD, R<sup>2</sup> = 0,44); <sup>5</sup>(PB = 44,92 – 0,0202TD + 0,000070TDx<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 0,27); ; <sup>6</sup>(EE= 42,29 + 0,059TD – 0,00019 TDx<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 0,45); <sup>7</sup>(Rendimento = 18,7311 – 0,01037TD, R<sup>2</sup> = 0,44).

### 3.3. Análise sensorial

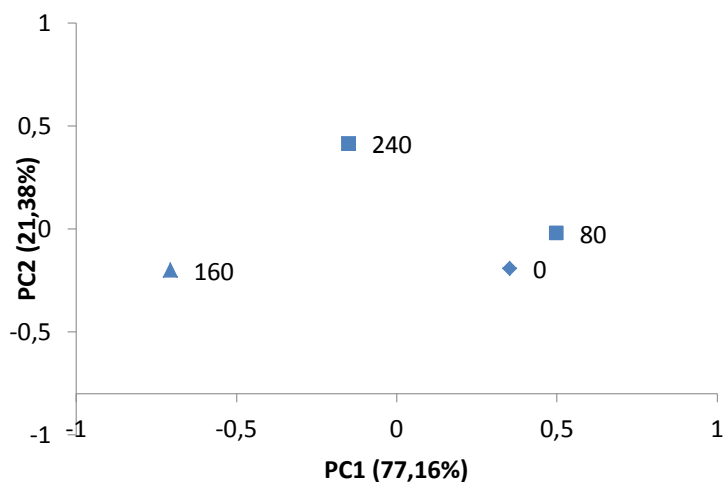
A partir da análise de componentes principais, observou-se que os dois componentes principais explicavam eficientemente (98,54%) a variação e a influência dos parâmetros sensoriais avaliados (Figura 1). Assim, se observa que o componente principal 1 (CP1) é representado pelo parâmetro sabor, enquanto o componente principal 2 (CP2) está representado pelo parâmetro odor (Tabela 7).

**Tabela 7.** Estimativas dos componentes principais relacionados à avaliação sensorial de queijos minas frescal do leite de cabras suplementadas com diferentes níveis de torta de dendê.

CP <sub>i</sub>	Autovalores	Proporção da variância (%)	Proporção acumulada (%)	Coeficiente de ponderação das variáveis				
				Cor	Odor	Sabor	Textura	AG
CP <sub>1</sub>	0,299	77,160	77,160	-0,009	0,203	<b>0,700</b>	0,307	0,613
CP <sub>2</sub>	0,083	21,380	<b>98,540</b>	0,050	<b>0,903</b>	-0,360	0,227	-0,002
CP <sub>3</sub>	0,006	1,460	100,000	0,426	-0,330	-0,261	0,800	0,010
CP <sub>4</sub>	0,000	0,000	100,000	0,903	0,105	0,151	-0,388	0,000
CP <sub>5</sub>	0,000	0,000	100,000	0,000	0,150	0,539	0,249	-0,790

CP – componentes principais

O gráfico de distribuição dos tratamentos a partir dos dois componentes principais mostra uma tendência de separação a partir dos níveis de inclusão da TD à dieta de cabras em lactação. Assim, a inclusão de níveis maiores de TD influencia negativamente o sabor do leite. Por outro lado, observando o CP2, podemos determinar que o odor com a inclusão de TD na dieta de cabras em lactação, foi mais acentuado com o maior nível de inclusão.



**Figura 1.** Componentes principais para descrição do perfil sensorial de queijo de leite de cabras alimentadas com torta de dendê.

Os valores médios para sabor e odor foram de 6,70 e 7,04, respectivamente.

## 4. Discussão

### 4.1 Consumo e composição do leite

A redução observada no CMS ocorreu devido à baixa aceitabilidade TD. No presente experimento, se observou a predominância da TD nas sobras alimentares, o que explica a redução no consumo. Comportamento semelhante foi observado por Silva et al. [31], que verificaram aumento de concentrado com TD nas sobras de cabras de descarte. Olawoye et al. [32] observaram uma redução na ingestão de concentrado quando TD foi adicionado. Além disso, os autores observaram que para compensar a ingestão de matéria seca total, os cabritos consumiram maior quantidade de silagem. Rodrigues et al. [33] mostrou que o consumo de matéria seca foi reduzido após a



inclusão de 9,3% de TD na matéria seca da dieta total para cabritos. Esses dados podem corroborar a hipótese de baixa aceitação do TD.

O CMS influencia o consumo dos demais nutrientes bem como, a produção de leite e de seus componentes. Assim, provavelmente o consumo da fibra em detergente neutro (CFDN) decresceu com a inclusão da TD. Como a FDN é substrato para as bactérias fibrolíticas do rúmen para a produção de ácido acético, ácido graxo que serve como substrato para a produção de gordura [34, 35], explica a redução na produção de gordura do leite em função dos níveis de TD, no presente experimento.

A diminuição do CMS pode ter reduzido o consumo de CNF. No ambiente ruminal, este componente é degradado pelas bactérias e há a produção principalmente do ácido propiônico, o qual é o principal precursor para a síntese de glicose, que é utilizado na produção de lactose na glândula mamária [36].

A proteína do leite é proveniente da proteína consumida na dieta, da síntese de proteína microbiana e da síntese de proteína na glândula mamária [37]. Assim, no presente estudo, houve diminuição tanto no CMS quanto no CPB. A redução de substrato para crescimento microbiano refletiu negativamente no desempenho da microbiota ruminal, resultando em menor quantidade de proteína, limitando assim a quantidade de proteína absorvida e o substrato para a síntese desta na glândula mamária [37].

A concentração de sólidos totais considera todos os nutrientes presentes no leite, com exceção da umidade. Portanto, o efeito quadrático observado na concentração de sólidos totais foi influenciado pela concentração de gordura.

Os dados atuais provavelmente poderiam ser extrapolados para outras realidades geográficas ou outras raças caprinas alimentadas com TD como ingrediente da dieta. Olawoye et al. [38] avaliou a composição do leite de cabras anãs da África Ocidental alimentadas com TD como suplemento em diferentes proporções como concentrado e relatou aumento no conteúdo de gordura e proteína. Considerando a menor ingestão nas dietas com inclusão de TD, os autores determinaram que a composição do leite é provavelmente devido ao catabolismo corporal para a produção de leite.

#### *4.2 Perfil de ácidos graxos*

Os ácidos graxos de cadeia média do leite são provenientes principalmente da síntese de novo. Assim, a redução observada nos ácidos graxos de cadeia média (C6, C8, C10 e C16) se deve possivelmente à diminuição no CMS e dos demais nutrientes,

resultando em menor aporte de substratos (por exemplo, acetato e  $\beta$ -hidroxibutirato) necessários para a síntese de novo dos AGCM [39]. Nossos resultados corroboram os relatados por Oliveira et al. [40] que também não observaram aumento do ácido palmítico no leite de vacas suplementadas com níveis crescentes de TD.

O aumento dos ácidos graxos láurico (12:0) e mirístico (14:0) está associado a maior concentração deles na TD que é rica nestes ácidos graxos saturados, aproximadamente 37,75% de ácido láurico e 19,51% de mirístico [9; 41].

O aumento na quantidade de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) pode ter ocorrido devido a possível aumento da atividade enzimática da  $\Delta 9$ -dessaturase na glândula mamária resultando em maior síntese dos ácidos graxo C14:1 e C16:1 [42,43]. Este resultado é desejável, pois a ingestão de AGMI traz benefícios por promover uma redução no teor de colesterol total no sangue além de reduzir a dependência por insulina em pacientes portadores de diabetes tipo dois [44].

O ácido linoléico (C18: 2 n6c) exibiu uma resposta quadrática, que pode ter sido causada pela presença deste ácido graxo nas dietas [45] ou pelo processo de dessaturação do ácido graxo transvacênico (C18: 1 t11) que ocorreu na glândula mamária pela ação da enzima delta-9 dessaturase [43]

O comportamento quadrático da AGPI:AGS, foi provavelmente influenciado pela resposta quadrática do ácido linoleico (C18:2 n6c). Esta relação influencia a qualidade do produto no que diz respeito à saúde humana, uma vez que está correlacionada com a incidência de doenças cardiovasculares e crônicas. Valores abaixo de 0,45 para esta relação são considerados indesejáveis para a saúde humana [46]. No entanto, o valor médio de AGPI:AGS encontrado no presente experimento (0,061), está dentro da faixa observada por Chen e Liu [47] em produtos lácteos (0,02–0,175).

Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) indicam o potencial para o aumento da agregação plaquetária, que sugere maior probabilidade de aparecimento de doenças coronárias. Do ponto de vista da saúde humana, recomenda-se que o IA e IT sejam inferiores a 1 e 0,5 respectivamente [46]. O valor médio do IA no presente experimento foi de 2,64, que está próximo dos valores dos valores 2,34 e 2,60 encontrados por Idamokoro et al. [48], que avaliou a qualidade do leite de cabras.

O IT é uma função dos AGMI e AG ômega. Assim, a diminuição linear mostrada pelo IT foi provavelmente influenciada pela concentração total de AGMI, o qual decresceu linearmente. O valor médio do IT do presente experimento foi de 2,94, que esta dentro da faixa descrita por Chen e Liu [47] no leite de cabras (2,70-3,20).

#### *4.3 Qualidade do queijo minas frescal*

A qualidade e o rendimento do queijo são influenciados por vários fatores; sendo os principais a composição e qualidade do leite e o processo de produção [49].

Assim, as proteínas do leite, especialmente as caseínas, determinam a retenção de água no processo de produção do queijo [50]. No presente experimento, as concentrações de PB e caseína no leite diminuíram linearmente, influenciando a retenção de água. Consequentemente, a inclusão de TD na dieta de cabras resultou em queijos com menor umidade.

Dos muitos fatores que influenciam no rendimento do queijo, a umidade é provavelmente o mais importante [51]. Emmons [52] relatou que um aumento de 1% na umidade do queijo tipo cheddar, aumentou seu rendimento em 1,8%. Assim, a retenção de sólidos e maior quantidade de água do leite na produção do queijo, resultou em maiores rendimentos do queijo.

A inclusão de TD afeta a aceitabilidade da dieta [31]. Em níveis de inclusão de cerca de 12% [53], há um declínio no consumo de EE, o que provavelmente afeta a composição do leite. Os presentes resultados corroboram isso, visto que a concentração de gordura do leite mostrou uma resposta quadrática. Consequentemente, o comportamento exibido pela gordura do queijo foi um resultado esperado.

A concentração de gordura do leite afeta inversamente a concentração de proteína do queijo [54]. Assim, enquanto as concentrações de gordura no leite e no queijo mostram curvas côncavas, a curva de proteína do queijo era convexa.

#### *4.4. Análise sensorial*

A análise de componentes principais (CP) permite determinar quais variáveis, dentro de um grupo de variáveis, são as que mais influenciam um determinado parâmetro. Desta forma, o número de variáveis é reduzido e fatores específicos envolvidos no comportamento do parâmetro podem ser identificados. O uso dos CP mostrou que os atributos sensoriais com maior influência na avaliação sensorial do queijo, foram sabor e odor.

Sabor e odor são duas características que afetam diretamente a qualidade sensorial do queijo [55]. No presente experimento, níveis mais elevados de inclusão de TD na dieta de cabras em lactação afetaram negativamente o sabor do queijo. Por outro lado, quanto maior a inclusão de TD resultou em um odor mais agradável para os provadores.

No presente experimento, a inclusão de TD na dieta de cabras em lactação resultou em maiores concentrações de AGMI. O incremento dos AGMI do leite promove menor rendimento do queijo e incremento do índice de lipólises e consequentemente menores parâmetros de aceitação sensorial do queijo [56]. Isso explica os resultados observados para o rendimento e sabor do queijo minas frescal produzido no presente experimento.

Altas concentrações de ácidos graxos caprónico, caprílico e cáprico estão associadas com a maior intensidade do “cheiro de cabra” no queijo [57,58]. A redução desses ácidos graxos como resultado da inclusão de TD explica a melhor classificação de aroma pelos avaliadores no presente estudo. Conforme observado por Colonna et al. [59], a concentração destes ácidos graxos é importante na análise sensorial de queijos, visto que se visualiza o odor de “cabra” como indesejável pelos painelistas.

## 5. Conclusões

De acordo com os resultados, estima-se que a inclusão de 80 g kg<sup>-1</sup> da TD na dieta total de cabras em lactação é recomendada, pois mantém a qualidade do queijo feito com o leite desses animais. Além disso, a inclusão da torta de dendê também melhorou a qualidade do leite, reduzindo seu índice de trombogenicidade.

Acima do nível estimado de 80 g kg<sup>-1</sup> da TD na dieta total de cabras em lactação, os valores decrescentes dos parâmetros afetam a produtividade das cabras.

## Anexo I

### AVALIAÇÃO SENSORIAL DE QUEIJO DE CABRA

Nome:

---

Sexo :      F     M       Idade: \_\_\_\_\_      Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Você está participando de uma pesquisa científica sobre “Análise sensorial de queijo de cabra”. Por favor, seja o mais fiel possível nas suas respostas, pois elas são de extrema importância para o sucesso deste trabalho. Desde já agradecemos sua participação e colaboração.

Com que frequência você consome queijo de cabra?

- ( ) Raramente (2 a 5 vezes ao ano)  
 ( ) Esporadicamente (Mais de 5 vezes ao ano)  
 ( ) Frequentemente (Mais de 1 vez por mês)

Veja como você deve pontuar as características do queijo:

ATRIBUTOS		SABOR		ODOR	
9	Gostei muitíssimo	9	Gostei muitíssimo	9	Gostei muitíssimo
8	Gostei muito	8	Gostei muito	8	Gostei muito
7	Gostei moderadamente	7	Gostei moderadamente	7	Gostei moderadamente
6	Gostei Ligeiramente	6	Gostei Ligeiramente	6	Gostei Ligeiramente
5	Não gostei nem desgostei	5	Não gostei nem desgostei	5	Não gostei nem desgostei
4	Desgostei ligeiramente	4	Desgostei ligeiramente	4	Desgostei ligeiramente
3	Desgostei moderadamente	3	Desgostei moderadamente	3	Desgostei moderadamente
2	Desgostei muito	2	Desgostei muito	2	Desgostei muito
1	Desgostei muitíssimo	1	Desgostei muitíssimo	1	Desgostei muitíssimo

Amostra 077		Amostra 473		Amostra 164		Amostra 521	
Atributos	Nota	Atributos	Nota	Atributos	Nota	Atributos	Nota
Cor		Cor		Cor		Cor	
Odor		Odor		Odor		Odor	
Sabor		Sabor		Sabor		Sabor	
Textura		Textura		Textura		Textura	
Aceitação Global		Aceitação Global		Aceitação Global		Aceitação Global	

Identifique as amostras na ordem da sua preferência quanto ao sabor e odor:

	Sabor		Odor
1 ° Lugar		1 ° Lugar	
2° Lugar		2° Lugar	
3° Lugar		3° Lugar	
4° Lugar		4° Lugar	

## Referências

1. Clark, S.; García, M. B. M. A 100-year review: Advances in goat milk research. *J. Dairy Sci.* 2017, 100, 10026-10044, doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13287>.
2. IBGE, 2018. Censo Agropecuário 2017. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio de Janeiro.
3. Holanda-Júnior, E.V., 2006. Sistemas de produção de pequenos ruminantes no semi-árido do nordeste brasileiro. Embrapa Caprinos, Sobral, BR.
4. Dentler, J.; Kiefer, L.; Hummler, T.; Bahrs, E.; Elsaesser, M. The impact of low-input grass-based and high-input confinement-based dairy systems on food production, environmental protection and resource use. *Agroecology and Sustainable Food Systems.* 2020, 44, 1089-1110 doi: 10.1080/21683565.2020.1712572.
5. Mcgrath, J.; Duval, S.M.; Tamassia, L.F.M.; Kindermann, M.; Stemmler, R.T.; Gouve, V. N.; Acedo, T.S.; Immig, I.; Williams, S.N.; Celi, P. Nutritional strategies in ruminants: a lifetime approach. *Res. Vet. Sci.* 2017, 116, 28–39, doi: 10.1016/j.rvsc.2017.09.011.
6. Oliveira, R. L.; Leão, A. G.; Abreu, L. L.; Teixeira, S.; Silva, T. M. Alimentos alternativos na dieta de ruminantes. *Rev. Cient. Prod. Anim.* 2013, 15(2), 141-160, doi: <http://dx.doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v15n2p141-160>.
7. Khatun, R.; Reza, M. I. H.; Moniruzzaman, M.; Yaakob, Z. Sustainable oil palm industry: The possibilities. *Renew. sustain. energy.* 2017, 76, 608-619, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.077>.
8. Oliveira, R. L.; de Carvalho, G. G. P.; Oliveira, R. L.; Tosto, M. S. L.; Santos, E. M.; Ribeiro, R. D. X.; Silva, T. M.; Correia, B. R.; de Rufino, L. M. A. Palm kernel cake obtained from biodiesel production in diets for goats: feeding behavior and physiological parameters. *Trop Anim Health Prod.* 2017, 49, 1401-1407, DOI 10.1007/s11250-017-1340-6.
9. Pimentel, L. R.; da Silva, F. F.; Silva, R. R.; de Oliveira, E. S. R.; de Almeida, M. M.; JÚNIOR, A. F. P. Dicastro, D. S.; Gonçalo, M. S.; Pacheco, C. C.; de Oliveira, P. A. Fatty acid profile of milk from cows fed palm kernel cake. *Semin Cienc Agrar.* 2016, 37(4), 2773-2783, doi: 10.4025/actascianimsci.v38i3.31150.
10. Ribeiro, R.D.X.; Oliveira, R.L.; Oliveira, R.L.; Carvalho, G.G.P.; Medeiros, A.N.; Correia, B.R.; Silva, T.M.; Bezerra, L.R. Palm kernel cake from the biodiesel industry

- in diets for goat kids. Part 1: nutrient intake and utilization, growth performance and carcass traits. *Small Rum. Res.* 2018, 165, 17–23, doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.05.013>.
11. Silva, L. O.; Carvalho, G. G. P.; Tosto, M. S. L.; Lima, V. G. O.; Cirne, L. G. A., Pina, D. S.; Leite, V. M.; Rodrigues, C. S.; Mesquita, B. M. A. C. Effects of palm kernel cake in high-concentrate diets on carcass traits and meat quality of feedlot goats. *Livest. Sci.* 2021, 246, 104456, doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104456>.
  12. NRC—National Research Council. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*; National Academic Press: Washington, DC, USA, 2007.
  13. AOAC (Association of Official Analytical Chemists), *Official Methods of Analysis*, 15th ed. (AOAC), International: Arlington, VA, USA. 1990.
  14. Van Soest, P. V.; Robertson, J. B.; Lewis, B. A. E. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 1991, 74(10), 3583-3597, doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
  15. Mertens, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *J. AOAC Int.* 2002, 85, 1217–1240, doi: <https://doi.org/10.1093/jaoac/85.6.1217>.
  16. Sniffen, C. J.; O'Connor, J. D.; Van Soest, P. J.; Fox, D. G.; Russell, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J Anim Sci.* 1992, 70 (11), 3562-3577, doi: <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>.
  17. Licitra, G.; Hernandez, T.M.; Van Soest, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. *Anim. Feed Sci. Tech.* 1996. 57, 347–358, doi: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00837-3](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00837-3).
  18. AOAC (Association of Official Analytical Chemists), *Official Methods of Analysis*, 18th ed. (AOAC), Gaithersburgs, MD, USA. 2006.
  19. Valente, T.N.P.; Detmann, E.; Valadares Filho, S.C.; Cunha, M.; Queiroz, A.C.; Sampaio, C.B. In situ estimation of indigestible compounds contents in cattle feed and feces using bags made from different textiles. *Braz. J. Anim. Sci.* 2011, 40, 666–675, doi: 10.1590/S1516-35982011000300027.
  20. Kramer, J. K, G.; Vivek Fellnera V.; Dugana M. E.R; Frank D. Sauera, F. D.; Mossobab, M.M; Martin P. Yurawecz, M. P. Evaluating Acid and Base Catalysts in the Methylation of Milk and Rumen Fatty Acids with Special Emphasis on Conjugated

- Dienes and Total trans Fatty Acids. *Lipids*. 1997, 32, 1219–1228, doi: <https://doi.org/10.1007/s11745-997-0156-3>.
21. Ulbricht, T.L.V.; Southgate, D.A.T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *Lancet*. 1991. 338, 985–992, doi: [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M).
  22. BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária—ANVISA. Regulamento Técnico Sobre as Condições Higiênico Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação Para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos; Seção 1; Portaria SVS/MS nº 326, de 30 de julho de 1997; Diário Oficial da União, Agência Nacional de Vigilância Sanitária—ANVISA: Florianópolis, Brazil, 1997; p. 1.
  23. Malheiros, P. S.; Sant'Anna, V.; Barbosa, M. S.; Brandelli, A.; & de Melo Franco, B. D. G. M. Effect of liposome-encapsulated nisin and bacteriocin-like substance P34 on *Listeria monocytogenes* growth in Minas frescal cheese. *Int J Food Microbiol*. 2012, 156(3), 272-277, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.04.004>.
  24. El-Gawad, M. A. A.; Ahmed, N. S. Cheese yield as affected by some parameters review. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 2011, 10 (2), 131-153.
  25. Pinheiro, R. S. B.; Jorge, A. M.; Francisco, C. L. Composição química e rendimento da carne ovina in natura e assada. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2008, 28, 154-157.
  26. BESSA, R.J.B. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. in: Calcro, R., & Gómez-Nieves, J.M. (Ed.). *Symposium Europeo – Alimentación en el Siglo XXI*. Badajoz: Colégio Oficial de Veterinários de Badajoz. 1999, 283-313.
  27. Santos-Silva, J.; Bessa, R.J.B.; Santos-Silva, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. *Livest. Prod. Sci*. 2002, 77, 187–192, doi: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00059-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00059-3).
  28. Hall, M. B.. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. *Journal of Animal Science*. 2003, 81, 3226-3232, doi: <https://doi.org/10.2527/2003.81123226x>
  29. Cruz, C. H.; Santos, S. A.; Carvalho, G. G. P.; José Azevedo, A. G. .; Detmann, D.; Sebastião de Campos Valadares Filho, S. C.; Mariz, L. D. S.; Pereira, E. S.; Nicory, I. M. C.; Manuela Silva Libânio Tosto, M. S. L.; Alba, H. D. R. Estimating digestible nutrients in diets for small ruminants fed with tropical forages. *Livest Sci*. 2021, 249, 104532, doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104532>.
  30. SAS Institute. *SAS/STAT®Users Guide; Version 9.3*; SAS Institute Inc.: Cary, NC, USA, 2009.



31. Silva, L. O.; Carvalho, G. G. P.; Tosto, M. S. L.; Lima, V. G. O.; Cirne, L. G. A.; PINA, D. S.; Santos, S. A. Carlindo Santos Rodrigues, C.S.; Ayres, M. C. Azevedo, J. A. G. Digestibility, nitrogen metabolism, ingestive behavior and performance of feedlot goats fed high-concentrate diets with palm kernel cake. *Livestock Science*. 2020, 241, 104226, doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104226>.
32. Olawoye, S.O.; Okeniyi, F.A.; Adeloye, A.A.; Alabi, O.O.; Shoyombo, A.J.; Animashahun, R.A.; Yousuf, M.B. Effects of formulated concentrate and palm kernel cake supplementation on performance characteristics of growing West African dwarf (WAD) goat kids. *Niger. J. Anim. Sci.* 2020, 22, 287–295.
33. Rodrigues, T.C.G.C.; Santos, S.A.; Cirne, L.G.A.; Pina, D.S.; Alba, H.D.R.; de Araújo, M.L.G.M.L.; Silva, W.P.; Nascimento, C.O.; Rodrigues, C.S.; de Carvalho, G.G.P. Palm kernel cake in high-concentrate diets improves animal performance without affecting the meat quality of goat kids. *Anim. Prod. Sci.* 2021, 61, 78–89. [CrossRef]
34. Bauman, D.E.; Griinari, J.M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annu. Rev. Nutr.* 2003, 23, 203–227.
35. Urrutia, N.L.; Harvatine, K.J. Acetate dose-dependently stimulates milk fat synthesis in lactating dairy cows. *J. Nutr.* 2017, 147, 763–769.
36. Zhang, F.; Nan, X.; Wang, H.; Guo, Y.; Xiong, B. Research on the Applications of Calcium Propionate in Dairy Cows: A Review. *Anim.* 2020, 10(8), 1336, doi: <https://doi.org/10.3390/ani10081336>.
37. Danes, M. A. C.; Hanigan, M. D.; Apelo, S. A.; Dias, J. D. L.; Wattiaux, M. A.; Broderick, G. A. Post-ruminal supplies of glucose and casein, but not acetate, stimulate milk protein synthesis in dairy cows through differential effects on mammary metabolism. *J. Dairy Sci.* 2020, 103(7), 6218–6232, doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18086>.
38. Olawoye, S.O.; Okeniyi, F.A.; Adeloye, A.A.; Alabi, O.O.; Shoyombo, A.J.; Animashahun, R.A.; Yousuf, M.B. Milk yield and composition of West African dwarf (wad) goats fed palm kernel cake supplement for conventional concentrate. *ADAN J. Agric.* 2020, 1, 173–179.
39. Palmquist, D. L.; Beaulieu, A. D.; Barbano, D. M. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sc. Madison.* 1993, 76 (6), 1753–771, doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77508-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77508-6).

40. Oliveira, R.; Faria, M.; Silva, R.; Bezerra, L.; Carvalho, G.; Pinheiro, A.; Simionato, J.; Leão, A. Fatty acid profile of milk and cheese from dairy cows supplemented a diet with palm kernel cake. *Molecules* . 2015, 20(8), 15434-15448.
41. Freitas, T. B.; Felix, T. L.; Pedreira, M. S.; Silva, R. R.; Silva, F. F.; Silva, H. G. O.; Moreira, B. S. Effects of increasing palm kernel cake inclusion in supplements fed to grazing lambs on growth performance, carcass characteristics, and fatty acid profile. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2017, 226, 71–80, doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.02.009>.
42. Tudisco, R.; Morittu, V.M.; Addi, L.; Moniello, G.; Grossi, M.; Musco, N.; Grazioli, R.; Mastellone, V.; Pero, M.E.; Lombardi, P.; et al. Influence of pasture on stearyl-coa desaturase and miRNA 103 expression in goat milk: Preliminary results. *Animals* 2019, 9, 606, doi: <https://doi.org/10.3390/ani9090606>.
43. Lock, A.L.; Garnsworthy, P.C. Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and 9-desaturase activity in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 2003, 79, 47–59, doi: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00118-5](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00118-5)
44. Mohammad M. H. A.; Jew, S.; Peter J. H. J. Health benefits and evaluation of healthcare cost savings if oils rich in monounsaturated fatty acids were substituted for conventional dietary oils in the United States. *Nutrition Reviews*. 2017, 75(3), 163–174. doi:10.1093/nutrit/nuw062.
45. Kliem, K. E.; Shingfield, K. J. Manipulation of milk fatty acid composition in lactating cows: Opportunities and challenges. *Eur J Lipid Sci Technol.*, 2016. 118(11), 1661-1683, doi: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201400543>.
46. Wołoszyn, J.; Haraf, G.; Okruszek, A.; Wereńska, M., Goluch, Z.; Teleszko, M. Fatty acid profiles and health lipid indices in the breast muscles of local Polish goose varieties. *Poult. Sci.* 2020, 99(2), 1216-1224, doi: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.026>.
47. Chen, J.; Liu, H. Nutritional indices for assessing fatty acids: A mini-review *Int. J. Mol. Sci.* 2020, 21(16) 5695, doi: <https://doi.org/10.3390/ijms21165695>.
48. Idamokoro, E. M., Muchenje, V., Afolayan, A. J., & Hugo, A. Comparative fatty-acid profile and atherogenicity index of milk from free grazing Nguni, Boer and non-descript goats in South Africa. *Pastoralism*. 2019, 9(1), 1-8, doi: <https://doi.org/10.1186/s13570-019-0138-8>.
49. Zhang, R.; Mustafa, A. F.; Zhao, X. Effects of flaxseed supplementation to lactating ewes on milk composition, cheese yield, and fatty acid composition of milk and cheese.

- Small Rumin Res. 2006, 63, 233-241, doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.02.024>.
50. Johnson M.E.; Chen C.M.; Jaeggi J.J. Effect of rennet coagulation time on composition, yield, and quality of reduced fat Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 84, 1027-1033, 2001, doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74562-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74562-6).
  51. Furtado, M.M. Principais problemas dos queijos: causas e prevenção. São Paulo. Fonte Comunicações e Editora. 2005, 200.
  52. Emmons D.B. Economic importance of cheese yield. In: Factors affecting the yield of cheese. Ed. D.B. Emmons. Inter. Dairy Fed. Brussels, 10-11, 1993, doi:
  53. Carvalho Rodrigues, T.C.G., Santos, S.A., Cirne, L.G.A. *et al.* Palm kernel cake in high-concentrate diets for feedlot goat kids: nutrient intake, digestibility, feeding behavior, nitrogen balance, blood metabolites, and performance. *Trop Anim Health Prod.* 2021, 53, 454, doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02893-y>.
  54. Lepesioti, S.; Zoidou, E.; Lioliou, D., Moschopoulou, E.; Moatsou, G. Quark-Type Cheese: Effect of Fat Content, Homogenization, and Heat Treatment of Cheese Milk. *Foods.* . 2021, 10(1), 184, doi: <https://doi.org/10.3390/foods10010184>.
  55. Zan, M.; Stibilj, V.; Rogelj, I. Milk fatty acid composition of goats grazing on alpine pasture. *Small Rumin. Res.* 2006, 64:45–52, doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.03.015>.
  56. Villamil, R. A., Guzmán, M. P., Ojeda-Arredondo, M., Cortés, L. Y., Archila, E. G., Giraldo, A., & Mondragón, A. I. Cheese fortification through the incorporation of UFA-rich sources: A review of recent (2010-2020) evidence. *Heliyon.* 2020, 7(1), e05785. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05785>.
  57. Teter, A.; Barłowska, J.; Król, J.; Brodziak, A.; Rutkowska, J.; Litwińczuk, Z. Volatile compounds and amino acid profile of short-ripened farmhouse cheese manufactured from the milk of the White-Backed native cow breed. *J. Food Sci. Technol.* 2020,129, 109602. [CrossRef].
  58. Chen, C.; Zhou,W.; Yu, H.; Yuan, J.; Tian, H. Evaluation of the Perceptual Interactions among Aldehydes in a Cheddar Cheese Matrix According to Odor Threshold and Aroma Intensity. *Molecules* 2020, 25, 4308. [CrossRef]
  59. Colonna, M.A.; Giannico, F.; Tufarelli, V.; Laudadio, V.; Selvaggi, M.; De Mastro, G.; Tedone, L. Dietary supplementation with camelina sativa (*L. crantz*) forage in autochthonous Ionica goats: Effects on milk and caciotta cheese chemical, fatty acid composition and sensory properties. *Animals* 2021, 11, 1589. [CrossRef]

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A torta de licuri (TL) é uma fonte alternativa de concentrado energético para cabras em lactação, podendo ser utilizada para reduzir o custo com a alimentação das cabras e desta forma aumentar o retorno econômico do pecuarista.

Pode-se utilizar até 200 gramas de TL por kg com base na MS da dieta total de cabras em lactação visto que mantem o consumo e a produção de leite, assim como a eficiência de produção e a qualidade do mesmo.

Acima de 101 g de TL por kg na MS da dieta total observou-se um aumento do ácido rumênico no leite das cabras, indicando melhora na qualidade do leite para consumo humano.

De forma semelhante, o rendimento do queijo foi mantido e a qualidade sensorial foi conservada até o nível de inclusão de 133 g de TL por kg de MS da dieta total.

A utilização da torta de dendê (TD) em dietas para cabras em lactação reduziu o consumo dos nutrientes e a produção de leite, entretanto, não influenciou na eficiência de produção dos animais.

Desta forma, a TD não é recomendada para uso em propriedades com alto nível tecnológico, entretanto, pode ser uma alternativa alimentar para animais menos produtivos criados com baixo nível tecnológico.

A inclusão de 80 g da TD / kg na MS da dieta total de cabras em lactação mantém a qualidade do queijo feito com o leite desses animais. Além disso, a inclusão da TD neste nível de inclusão também melhorou a qualidade do leite, reduzindo seu índice de trombogenicidade.