

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

QUALIDADE FÍSICA, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE
ÁCIDOS GRAXOS NA CARNE DE CAPRINOS
ALIMENTADOS COM PALMA FORRAGEIRA EM
SUBSTITUIÇÃO AO FENO DE TÍFTON-85

IASMIN MYRELE SANTOS CALAÇA DE FARIAS

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Zootecnia

BOTUCATU – SP
Abril, 2021

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

QUALIDADE FÍSICA, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE
ÁCIDOS GRAXOS NA CARNE DE CAPRINOS
ALIMENTADOS COM PALMA FORRAGEIRA EM
SUBSTITUIÇÃO AO FENO DE TÍFITON-85

IASMIN MYRELE SANTOS CALAÇA DE FARIAS

Orientador: Prof. Dr. Rafael Silvio Bonilha Pinheiro

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Greicy Mitzi Bezerra Moreno

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Zootecnia

BOTUCATU – SP
Abril, 2021

F224q	<p>Farias, Iasmin Myrele Santos Calaça de</p> <p>Qualidade física, composição química e perfil de ácidos graxos na carne de caprinos alimentados com palma forrageira em substituição ao feno de Tifiton-85 / Iasmin Myrele Santos Calaça de Farias. -- Botucatu, 2021</p> <p>61 p. : tabs., mapas</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu</p> <p>Orientador: Rafael Silvio Bonilha Pinheiro</p> <p>Coorientadora: Greicy Mitzi Bezerra Moreno</p> <p>1. Ácidos graxos monoinsaturados. 2. Cabritos. 3. Cactos. 4. Nopalea cochenillifera. 5. Semiárido. I. Título.</p>
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

BIOGRAFIA DO AUTOR

IASMIN MYRELE SANTOS CALAÇA DE FARIAS, Filha de Joana D'arc dos Santos e Bento Carmelo Calaça de Farias, nasceu na cidade Maceió-AL, no dia 09 de maio de 1995. Em 2013, concluiu o ensino médio/técnico no Instituto Federal de Alagoas, Câmpus Satuba - IFAL, onde obteve sua primeira formação de Técnica em Agropecuária, e afluou o desejo cursar Zootecnia. Em 2014 foi aprovada na Universidade Federal de Alagoas - UFAL, iniciando sua jornada no curso de Zootecnia, pelo Centro de Ciências Agrárias (CECA), formou em 2019. No mesmo ano, no mês de março iniciou o mestrado acadêmico no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Câmpus de Botucatu, realizando estudos na área de qualidade da carne de caprinos sob orientação do Prof. Dr. Rafael Silvio Bonilha Pinheiro.

Quanto ao futuro, não se trata de prevê-lo, mas de torná-lo possível.
- Antoine de Saint-Exupéry

DEDICATÓRIA

A minha mãe, **Joana D'arc dos Santos**, que sempre dedicou o mais puro amor de mãe. Me ensinou a ser guerreira, determinada e ao mesmo tempo, a levar a vida com amor, leveza e humor.

Ao meu pai, **Bento Carmelo Calaça de Farias** (*in memoriam*), que foi meu parceiro, amigo, professor, poeta, ator, conselheiro. Me ensinou a ter pulso, a ser justa, me tornou empoderada, feminista e responsável. Continua sendo meu anjo guia.

Aos meus irmãos **Mylena Rafaella Santos Calaça de Farias** e **João de Oliveira Farias Neto**, por serem meus melhores amigos, as pessoas que estarão ao meu lado quando ninguém mais estiver. Desde de criança, vestiram a camisa de irmãos mais velhos e são meus protetores.

Com carinho, dedico.

*Ainda é tempo
De dias felizes
A esperança
Mistura as tintas
Pincela sonhos
Para refazer antigos arco-íris.
Há esperança
Enquanto girarmos em torno do sol
Com os pés atolados na vida.
Bento Calaça*

AGRADECIMENTOS

A Deus por me permitir sentir sua presença em todos os momentos importantes da minha jornada, colocando as melhores pessoas em meu caminho;

Ao meu orientador Prof. Dr. Rafael Silvio Bonilha Pinheiro, por acreditar em mim, pela sua paciência, por todo ensinamento e orientação;

A minha coorientadora Prof^a. Dr^a. Greicy Mitzi Bezerra Moreno, por todo auxílio na pesquisa e condução na fase de campo realizada na Universidade Federal de Alagoas;

Ao professor Dr. Roberto de Oliveira Roça, pelo acolhimento no Laboratório de Tecnologia e Produtos de Origem Animal, e pela contribuição no trabalho;

A equipe de trabalho do Laboratório de Tecnologia e Produtos de Origem Animal, Evelyn, Carolina, Janaína, Bruna, Guilherme, Luciana e Bruno, por todo acolhimento, ajuda, ensinamentos e parceria;

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001;

A Dr^a. Caroline de Lima Francisco, por toda ajuda e disponibilidade na análise estatística;

Aos meus pais, Joana D'arc dos Santos e Bento Carmelo Calaça de Farias, pelo incentivo aos estudos, por toda confiança e por me presentear com uma família maravilhosa;

Aos meus irmãos, Mylena Rafaella Santos Calaça de Farias e João de Oliveira Farias Neto, por estarem sempre comigo, me apoiando e vibrando com minhas conquistas;

Ao meu noivo, Lucas da Silva Lopes, por todo seu cuidado e amor, por cada palavra de incentivo e conforto, por ser meu amigo e companheiro em todos os momentos;

Aos queridos amigos da UNESP, Evelyn, Jessica, Caio, Marconi, Janaina, Tassio, Carolina, Bruna, Bismark, Tatiane, Leone, Fernanda, Vicente, Karol, Valdeir por toda amizade, pelos momentos de descontração, confraternização, ensinamentos e conselhos;

A todos os professores da pós-graduação de Zootecnia da UNESP - Botucatu, que de alguma forma acrescentaram na minha formação;

À Universidade Estadual Paulista de Botucatu e seu corpo docente, discente e técnico, pelo apoio para realização dessa pesquisa;

A todos que de alguma forma passaram pela minha jornada e ajudaram no meu crescimento profissional e pessoal.

Meu muito obrigada!

RESUMO GERAL

A água é fator limitante na produção de ruminantes principalmente na região semiárida do Brasil devido a distribuição desuniforme e prolongados períodos de baixa precipitação pluviométrica, que limita significativamente a oferta de alimentos volumosos para os animais. Diante das adversidades edafoclimáticas do semiárido, a criação de caprinos tem sido indicada como a principal alternativa, pois são animais com habilidade de seleção de alimentos maior devido a anatomia labial, além de serem bem adaptados as condições de climas mais áridos. Com isso, a palma forrageira tem importância devido seu mecanismo que permite armazenar grandes quantidades de água e pela sua adaptação às condições edafoclimáticas da região Nordeste no Brasil. Portanto, objetivou-se avaliar a qualidade física, a composição química e o perfil de ácidos graxo na carne de cabritos alimentados com palma forrageira em substituição ao feno de Tifton-85. Avaliou-se a inclusão de 25 e 55% de palma forrageira em substituição ao feno de Tifton-85 na dieta dos cabritos, bem como a dieta controle que não apresentava palma forrageira na sua composição. A carne dos animais que receberam 55% de palma forrageira apresentou menor percentual de umidade (76,11%) em relação a carne dos animais recebendo dieta controle (77,57%). O teor de lipídeos na carne dos animais alimentados com 25 e 55% de palma forrageira foi de 1,33 e 1,26%, respectivamente, sendo esses valores inferiores em relação ao teor de lipídeos da carne dos animais no controle (1,56%). A inclusão de 55% da palma forrageira proporcionou aumento no teor dos ácidos graxos monoinsaturados totais da carne (52,71%) em relação a carne dos animais do controle (37,75%). No entanto, o teor de ácidos graxos poli-insaturados totais foi maior para a carne dos animais do controle (21,44%) em relação a carne dos animais alimentados com 55% de palma forrageira (6,90%). Recomenda-se a substituição de feno de Tifton-85 por 55% de palma forrageira, por proporcionar menor teor de lipídeos e maior teor de ácidos graxos monoinsaturados na carne de cabritos.

Palavras-chave: Ácidos graxos monoinsaturados; Cabritos; Cactos; *Nopalea cochenillifera*; Semiárido

ABSTRACT

Water is a limiting factor in the production of ruminants mainly in the semi-arid region of Brazil due to uneven distribution and prolonged periods of low rainfall, which limits complementing the supply of bulky food for animals. In view of the edaphoclimatic adversities of the semiarid region, goat breeding has been replaced as the main alternative, as they are animals with greater food selection ability due to the lip anatomy, in addition to being well adapted as conditions of arid climates. With this, the forage palm is important due to the mechanism that allows large amounts of water to be stored and for its adaptation to the edaphoclimatic conditions of the Northeast region in Brazil. Therefore, the objective was to evaluate the physical quality, the chemical composition and the fatty acid profile in the goat meat fed with forage palm instead of Tifton-85 hay. It is recorded the inclusion of 25 and 55% of forage palm in replacement of Tifton-85 hay in the kid's diet, as well as the control diet that did not have forage palm in its composition. The meat of the animals that received 55% of forage palm presented a lower percentage of moisture (76.11%) in relation to the meat of the animals receiving a control diet (77.57%). The lipid content in the meat of animals fed with 25 and 55% forage palm was 1.33 and 1.26%, respectively, these values being lower in relation to the lipid content of the animals in the control (1.56 %). The inclusion of 55% of the forage palm provided an increase in the content of the total monounsaturated fatty acids in the meat (52.71%) in relation to the meat of the control animals (37.75%). However, the content of total polyunsaturated fatty acids was higher for the meat of the control animals (21.44%) in relation to the meat of the animals fed with 55% forage palm (6.90%). It is recommended to replace Tifton-85 hay with 55% forage palm, as it provides a lower content of lipids and a higher content of monounsaturated fatty acids in kid meat.

Keywords: Cactus; Goats; Monounsaturated fatty acids; *Nopalea cochenillifera*; Semiarid;

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	11
1. Considerações iniciais	12
2. Revisão de literatura.....	13
2.1. Importância da caprinocultura no Nordeste do Brasil	13
2.2. Mudanças climáticas no mundo	15
2.3. Utilização da água na produção de ruminantes	17
2.4. Palma forrageira como fonte de alimento e água	19
2.5. Qualidade da carne de caprinos	21
3. Considerações finais.....	23
Referências	23
CAPÍTULO 2 “Qualidade física, química e perfil de ácidos graxos na carne de caprinos alimentados com palma forrageira em substituição ao feno de Tifton-85”	34
Resumo.....	35
1. Introdução.....	36
2. Material e métodos	37
2.1. Aprovação da comissão de ética animal	37
2.2. Coleta de amostras de carnes	37
2.3. Qualidade física da carne	42
2.4. Composição química	44
2.5. Perfil de ácidos graxos	44
2.6. Análise estatística	45
3. Resultados e discussão	46
3.1. Qualidade física da carne	46
3.2. Composição química	48
3.3. Perfil de ácidos graxos.....	50
4. Conclusões	55
Referências	55
IMPLICAÇÕES.....	61

CAPÍTULO 1

1. Considerações iniciais

A caprinocultura é uma atividade de grande importância econômica, com relevância, principalmente, nas regiões áridas e semiáridas, o qual contribui para fixação do homem no campo e para a geração de renda familiar. O Nordeste brasileiro, detém o maior percentual de caprinos do Brasil com 90% do efetivo nacional (IBGE, 2019).

O semiárido brasileiro, localizado na região Nordeste, é composto por vegetação variável em função das condições edafoclimáticas, os índices pluviométricos são baixos, em média 350 a 700 mm/ano com distribuição irregular ao longo do ano (RAMOS et al., 2018). Em função da escassez de alimento, da oscilação na oferta e da baixa qualidade nutricional das forragens, os índices produtivos dos rebanhos são afetados ocasionando baixa rentabilidade da atividade no semiárido (RAMOS; SANTOS; SOUSA, 2018).

O uso de cactos, como a palma forrageira, na alimentação de ruminantes é uma estratégia para superar as adversidades da sazonalidade na produção de forragem no semiárido (BEN SALEM, 2010). Em função da adaptação fisiológica, como reprodução assíncrona e metabolismo ácido crassuláceo (CAM), a palma forrageira possui alta capacidade de suportar baixos índices pluviométricos (NEFZAOUÍ et al., 2014).

O metabolismo CAM permite que as plantas façam absorção do CO₂ no período noturno devido a temperatura ambiente mais baixa (OLIVEIRA et al., 2010; TAIZ; ZEIGER, 2013), o período de maior captação de CO₂ é realizado no fim da tarde, uma vez que é o momento onde há redução acentuada da temperatura do ar (NOBEL, 2003). O metabolismo CAM permite eficiência no uso da água de até 11 vezes mais que as plantas C₃ e C₄ (FISHER; TUNER 1978). O armazenamento de água nessa planta torna-se uma característica relevante no período seco das regiões semiáridas, visto que grande parte da demanda de água dos ruminantes é atendida com o consumo da palma forrageira (SANTOS et al., 2010).

Frente as adversidades climáticas, os caprinos são considerados a espécie mais adequada para garantir a segurança alimentar da população (ARCHANA et al., 2018). Por terem um hábito alimentar distinto, com habilidade de seleção maior dos alimentos devido a anatomia labial, além de apresentar bom desenvolvimento em regiões adversas ao clima (LIMA et al., 2020).

O consumo de carne caprina está aumentando atualmente em todo o mundo, e a qualidade da carne é um parâmetro decisivo, pois determina o interesse e aceitabilidade do produto pelos consumidores (POPHIWA et al., 2020). A carne caprina normalmente

contém baixo percentual de colesterol e de ácidos graxos saturados (ANAETO et al., 2010), além de conter alto percentual de ácidos graxos insaturados, que são benéficos para a saúde humana (MAHGOUB et al., 2002). Esses atributos estão sendo cada vez mais requisitados pelo consumidor que se preocupa com a qualidade e procedência do alimento.

Mensurações objetivas da qualidade na carne têm como finalidade compreender os fatores subjacentes que afetam as diferentes características da qualidade na carne com o propósito de controlá-las e melhorá-las para interpretar e aplicar o conhecimento de acordo com requisitos dos consumidores (WEBB; CASEY; SIMELA, 2005). Portanto, a nossa hipótese é que a palma forrageira em substituição ao feno de Tifton-85, devido ao alto teor de carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais, proporcione melhorias nas características de qualidade da carne dos cabritos. Assim, objetivou-se avaliar a qualidade física, química e o perfil de ácidos graxo na carne de cabritos alimentados com palma forrageira em substituição ao feno de Tifton-85.

2. Revisão de literatura

2.1. Importância da caprinocultura no Nordeste do Brasil

O Nordeste do Brasil ocupa área aproximada de 1.646.500 km², corresponde a 19,3% do território nacional e estende-se por nove Estados da federação, sua localização geográfica vai de 1° a 18° latitude sul e de 34° 30' a 48° 20' longitude oeste (DE ARAÚJO FILHO; CRISPIM, 2002). A região semiárida compõe 70% da área do Nordeste e 13,5% do Brasil, representando 63% da população nordestina e 18% da população brasileira (SÁ; RICHÉ; FOTIUS, 2004).

De acordo com a disponibilidade hídrica anual de 700 bilhões de m³, o Nordeste poderia ser considerado uma região de expressiva disponibilidade de água, porém, apenas 24 bilhões de m³ permanecem disponíveis, o restante é perdido por evapotranspiração que alcança 2.500 mm anuais, a situação se agrava pela ausência de rios perenes, pelo baixo nível de captação da água, e por regimes de precipitações bastante irregulares ao longo do ano (ARAÚJO et al., 2011). Essas particularidades afetam a disponibilidade de alimentos para os animais em pastagens. Durante o período de baixa precipitação de chuvas, normalmente a vegetação se encontra em período de dormência, fazendo com que a produção de alimentos e a qualidade da pastagem comprometa o desempenho produtivo dos animais (MARQUES et al., 2008).

A instabilidade na produção pecuária do Nordeste devido aos baixos índices pluviométricos, tem indicado a criação de caprinos como a principal alternativa para o desenvolvimento social e econômico da região (ROBERTO et al., 2010). Os pequenos ruminantes, como os caprinos, possuem adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região Nordeste, além de rusticidade e baixo investimento para implantação da criação (NUNES et al., 2018). A habilidade desses animais corresponde ao pequeno tamanho corporal que proporciona uma maior área de superfície possibilitando maior dissipação do calor; ao baixo requisito metabólico preconizado pelos animais adaptados, observado em caprinos do deserto ($418 \text{ kJ (PC}^{0,75} \text{ dia)}^{-1}$) em comparação com caprinos de áreas não desérticas ($657 \text{ kJ (PC}^{0,75} \text{ dia)}^{-1}$); à eficiência digestiva em relação as estratégias de alimentação pois os caprinos são considerados seletores intermediários com capacidade intermediária de digerir o material celulolítico e com isso são capazes de selecionar forragens com material menos lignificado (SILANIKOVE, 2000).

Nos últimos 20 anos o rebanho caprino mundial aumentou 66%, em comparação com o crescimento de apenas 9% de bovinos (DUBEUF; BOYAZOGLU, 2009). Em 2013, o rebanho caprino global ultrapassou um bilhão de cabeças, aumento de mais de 34% em relação a 2000, enquanto o rebanho de bovino permaneceu constante com cerca de um bilhão de cabeças (MILLER; CHRISTOPHER, 2019). A estimativa no aumento da produção para carne de caprinos/ovinos nos anos 2030, 2050 e 2100 é de 16%, 36%, 55%, respectivamente (FERNANDES; MINHOTO, 2019).

No Brasil, existem 10.696.664 milhões de caprinos e mais de 90% dos animais desta espécie estão no Nordeste (Figura 1), região que apresenta cerca de 286.676 mil de estabelecimentos agropecuários com atividades na caprinocultura, gerando emprego e renda para a população (IBGE, 2019).

A caprinocultura no Nordeste brasileiro ainda é atividade de subsistência, com baixa produtividade e pouco uso de tecnologias (SOUZA et al., 2019). A cadeia produtiva da caprinocultura de corte é caracterizada pela informalidade, com carência de oferta de melhor qualidade de carne (HOLANDA JÚNIOR, 2006). Esse fato, reflete no baixo consumo, que se mantém em 700 gramas/pessoa/ano para a carne de caprinos/ovinos no Brasil. Enquanto o consumo de países de primeiro mundo, como a Espanha foi de 1,33 kg/pessoa/ano em 2019 para a carne de caprinos/ovinos (MAGRAMA, 2020).

Os mercados de produtos cárneos de caprinos, apresentam bom potencial de crescimento, devido à alta demanda por produtos de melhor qualidade desta espécie animal (MADRUGA; BRESSAN, 2011). Com às novas possibilidades oferecidas

atualmente pela abertura de mercados, há necessidade de incrementar as ações voltadas para a melhoria da eficiência dos sistemas de criação de caprinos (SOUZA et al., 2019). No Brasil, a produção de carne caprina ainda é incipiente, o que acarreta em escassez de oferta para o mercado interno, falta de padrão e qualidade nos produtos (LOBO, 2019).

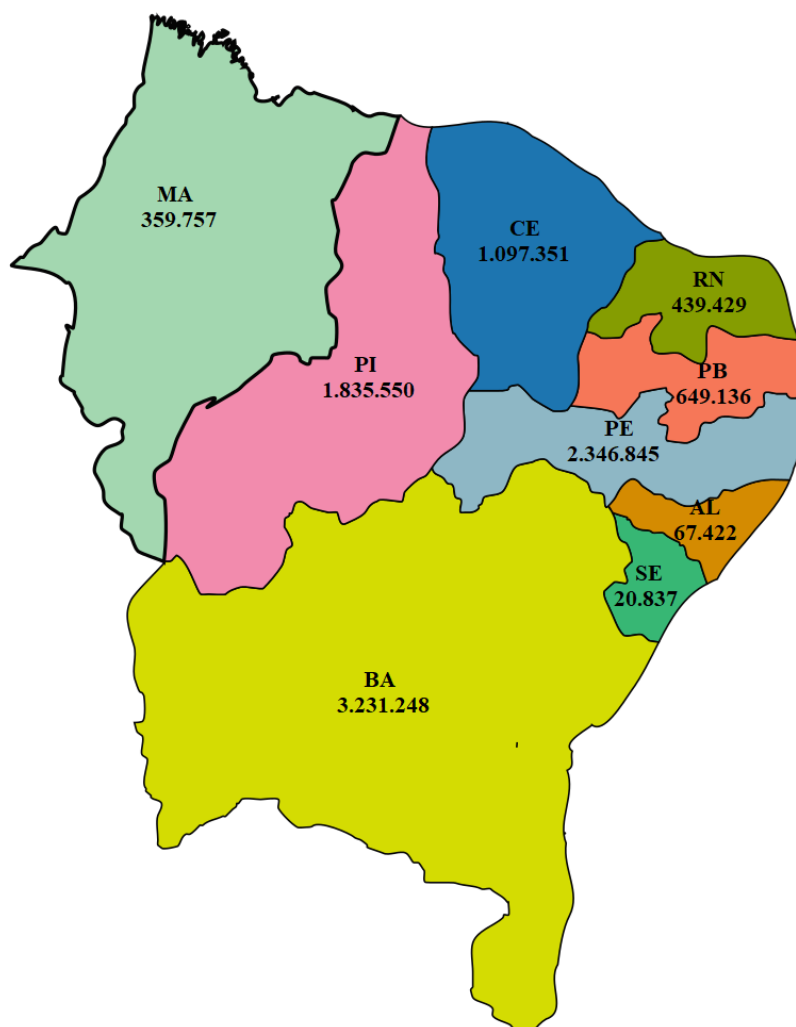


Figura 1. Mapa do Nordeste adaptado com o número de caprinos nos respectivos Estados nordestinos (IBGE, 2019).

2.2. Mudanças climáticas no mundo

As perspectivas da Organização das Nações Unidas para 2050, sugerem que a população mundial poderá chegar a 9,7 bilhões de pessoas, e ultrapassará 11 bilhões em 2100 (ONU, 2019). Como consequência do crescimento populacional, as mudanças

climáticas e o aquecimento global o potencial de produção dos alimentos diminuem em muitos países, principalmente nos países em desenvolvimento, que são mais vulneráveis aos riscos de desastres naturais (GODFRAY et al., 2010; GU et al., 2015).

As mudanças climáticas provocada pelo aumento da temperatura, em conjunto com prolongados períodos de déficit hídrico, indicam que os biomas em toda a terra podem ser modificados no futuro, provocando aumento da aridez no mundo (FRANCHITO; FERNANDEZ; PAREJA, 2014). Em particular, na maior parte da América do Sul e do Norte, grandes partes da África tropical e austral, região do Mediterrâneo, sudeste da China e da Austrália (PRUDHOMME et al., 2014). A aridez é definida como característica climática de longo prazo, caracterizada por baixa precipitação (Figura 2), sendo uma particularidade permanente do clima (TURKES, 1999).

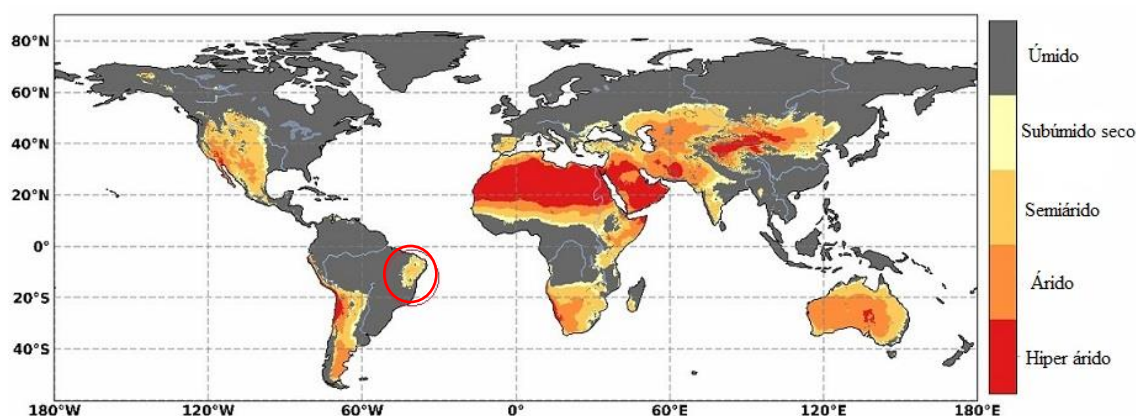


Figura 2. Distribuição geográfica das terras áridas de acordo com o Índice de Aridez (IA). A classificação do IA é: IA úmido $> 0,65$, subúmido seco $0,51 < 0,65$, semiárido $0,21 < 0,50$, árido $0,05 < 0,20$, IA hiperárido $< 0,05$. Fonte: Matallo Júnior e Schenkel (1999). Circulado em vermelho está localizado o Nordeste brasileiro.

A superfície da terra é composta por 47% de locais áridos, onde estão inseridas aproximadamente 39% da população global (KOUTROULIS, 2019). Esses locais estão sujeitos a desertificação, esse evento causa redução na produtividade das lavouras e da pecuária, modifica a composição das espécies de plantas e reduz a diversidade biológica (MIRZABAEV et al., 2019). Como resultado da desertificação, os locais de alta aridez são permanentemente degradados (MARENCO et al., 2017). Além disso, projeta-se que a população que vive em terras áridas aumente cerca de duas vezes mais rápido que em outros locais, e ultrapassará 4 bilhões de pessoas até 2050 (KLEIN GOLDEWIJK, 2017).

No Brasil, as cidades mais vulneráveis estão localizadas nas regiões Norte e Nordeste, caracterizadas por áreas menos desenvolvidas com alto índice de pobreza (HUMMELL; CUTTER; EMRICH, 2016). Além disso, a região semiárida brasileira, é altamente populosa, e é considerada área de maior vulnerabilidade a secas, degradação e desertificação (ANGELOTTI; SÁ; MELO, 2009; VIEIRA et al., 2020). As previsões globais para o semiárido nordestino sugerem redução de 22% da precipitação de chuva, aumento de 2 – 4°C em 2041 até 2070, e redução da umidade relativa em 5 até 15% (MARENGO; BERNASCONI, 2015). Fato que poderá causar consequências para o bioma Caatinga, degradação da área semiárida e impactos adversos sobre os recursos hídricos (VOROSMARTY, 2000; FRANCHITO et al., 2014; VIEIRA et al., 2015).

Para diminuir os impactos provenientes das alterações climáticas é necessário a adoção de técnicas para minimizar o processo de desertificação, estas medidas incluem a diversificação de culturas, adoção de plantas economicamente apropriadas e resistentes à seca, técnicas de irrigação aprimoradas, métodos de conservação da umidade do solo, manutenção da vegetação e cobertura morta no solo (MIRZABAEV et al., 2019). Além disso, o cultivo de palma forrageira nas áreas áridas e semiáridas deve ser incentivado não só para a restauração da biodiversidade, mas também para impedir a erosão e o processo de desertificação (NEFFAR et al., 2013).

2.3. Utilização da água na produção de ruminantes

Estima-se que 97,5% da água do mundo é salgada e não é adequada ao consumo humano nem para irrigação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se em águas superficiais segundo a Agência nacional de águas e saneamento básico (2018). Estima-se que 71% da população global vive em condições de escassez de água moderada e 66% sob grave escassez de água pelo menos um mês por ano (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2016). Diante disso, a falta de água será um desafio nas próximas décadas, principalmente para produção de alimentos (DAVIS et al., 2017).

A água é fundamental para os ruminantes, pois atua no processo de digestão, eliminação de produtos residuais do metabolismo e na ruminação (BURGOS et al., 2001; CASAMASSIMA et al., 2008). Quando esses animais são submetidos ao estresse hídrico, a primeira medida é a redução no consumo de alimento na matéria seca. Os caprinos que foram submetidos a restrição de água gradual do consumo *ad libitum* para a oferta de 40%

de água, houve redução de 34% na ingestão de matéria seca (MENGISTU et al., 2016).

Nos animais ruminantes, o rúmen atua também como reservatório de água, pois fornece a maior parte da água perdida durante o período de desidratação e os rins desses animais têm maior capacidade de dessalinizar a água absorvida proveniente do intestino; além disso, os ruminantes são capazes de minimizar as perdas de água pela urina e fezes tornando-as mais concentradas (SILANIKOVE, 2000; JABER; CHEDID; HAMADEH, 2013; CHEDID et al., 2014).

A reidratação dos ruminantes ativa consecutivos eventos no rúmen, rins e glândulas salivares, sob controle hipotalâmico, para preservar a água, restaurar a homeostase e o apetite (SILANIKOVE, 1994). Cabras submetidas a restrição de água por 4 dias, na reidratação, beberam 3,2 vezes mais do que o consumo diário dos animais com água *ad libitum* (JABER et al., 2015). Segundo os autores supracitados, essa capacidade de ingerir grandes quantidades de água sem prejudicar a homeostase demonstra a adaptação dos caprinos à redução parcial de água.

Verificou-se que a restrição de água induz a perda de peso, leva a hemoconcentração, aumenta a proteína sérica, ureia, creatinina, colesterol e concentração de eletrólitos (LI; CHRISTOPHERSON; COSGROVE, 2000; JABER et al., 2004; GHANEM et al., 2008). A restrição de água por 72h, afetou a produção de leite em 50% em caprinos lactantes e causou aumento na viscosidade do leite e nos teores de proteína, gordura, lactose e minerais (AGANGA, 1992).

Alguns fatores podem influenciar a quantidade de água requerida pelos animais (Figura 3). Assim como, aspectos relacionados a qualidade da água, ao estado fisiológico e individual de cada animal, além de fatores ambientais (MARKWICK; JOSHUA; MUSGRAVE, 2014). Da mesma forma, os animais podem obter água a partir de três fontes: a água de bebida; a proveniente dos alimentos e a metabólica, derivada do catabolismo dos nutrientes (ENSMINGER; OLDFIELD; HEINEMANN, 1990; PALHARES, 2013). Por isso, a composição da dieta é fator decisório, uma vez que todos os alimentos, principalmente alimentos suculentos, contêm água em sua composição (ARAÚJO et al., 2010). Quando esses fatores são considerados, podem minimizar os problemas que a falta de água causa na produção de ruminantes, principalmente em regiões áridas.

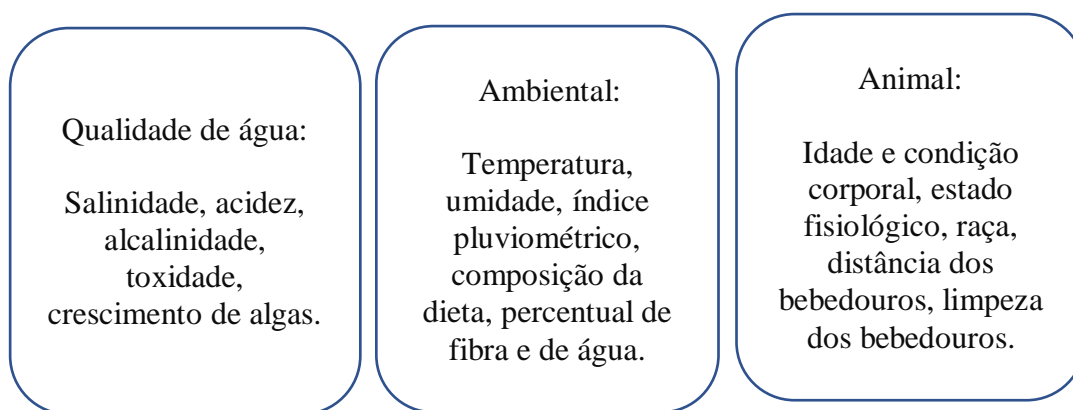


Figura 3. Fatores que interferem no consumo de água pelos animais

Adaptado de MARKWICK et al. (2014).

2.4. Palma forrageira como fonte de alimento e água

Para a pecuária em condições áridas, as possibilidades de sucesso aumentam significativamente quando utilizadas forrageiras com bom potencial de produção, adaptadas aos efeitos das adversidades edafoclimáticas (GALVÃO et al., 2014). Do ponto de vista ecológico, a palma forrageira é considerada cultura adequada para a prevenção da degradação do ecossistema a longo prazo, pois ajudam a conservar a fertilidade do solo e regenerar terras agrícolas degradadas, além disso influenciam positivamente as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (NEFFAR et al., 2013; BARIAGABRE et al., 2016).

O cultivo da palma forrageira no Nordeste é uma estratégia adotada por muitos produtores devido a facilidade de adaptação às condições climáticas da região. Nos períodos de estiagens, quando a água é o principal fator limitante para o desenvolvimento da maioria das espécies vegetais o crescimento da palma forrageira não é comprometido (BARIAGABRE et al., 2016). Isso porque a palma forrageira tem mecanismos adaptativos que garantem sua sobrevivência, e principalmente pelo seu metabolismo ácido crassuláceo. Esse metabolismo permite a abertura dos estômatos, para a absorção do CO₂, no período noturno quando a temperatura ambiente é menor, isso ajuda a evitar a perda de água por evaporação, dessa forma para cada CO₂ absorvido, a palma forrageira perde apenas 50 a 100g de água em comparação com outras plantas que podem perder de 250 a 500 g de água / CO₂ (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A palma forrageira pertence à divisão: Embryophyta, classe: Dicotyledoneae, ordem: Opuntiales e família das cactáceas (SILVA; SANTOS, 2007). Tem como país de origem o México, o qual detém o maior número de cultivares (REYES-AGÜERO et al.,

2006). No Brasil estimam-se que são cultivados mais de 600 mil hectares (Figura 4) de cladódios de palma forrageira (DUBEUX et al., 2013). Em relação ao uso de cactos na alimentação animal são relatadas seis espécies, *Fícus-indica*, *Pilosocereus pachycladus*, *Cereus jamacaru*, *Pilocereus gounellei* e *Melocactus bahiensis*, sendo a *Fícus-indica* a mais utilizada, onde os gêneros *Opuntia* e *Nopalea* (Figura 5), são os mais usados na produção animal (BRAVO FILHO et al., 2018).

A composição bromatológica da palma forrageira pode variar de acordo com o gênero, idade, estação do ano, tipo de solo, clima, condições de crescimento e disponibilidade de nutrientes no solo (FROTA et al., 2015). A palma forrageira apresenta 61,79% de carboidratos não fibrosos e 62% de nutrientes digestíveis totais (MELO et al., 2003), além de 5% de proteína bruta e 10% de matéria seca (MARQUES et al., 2017) e, consequentemente, apresenta 85 a 94% água (BEN SALEM; SMITH, 2008).

A palma forrageira é a cactácea de maior importância econômica no mundo, sendo cultivada em todos os continentes, por ser versátil, é usada para diversas finalidades (INGLESE; BARBERA; MANTIA, 1995). Pode ser usada na alimentação de ruminantes, na alimentação humana, na produção de medicamentos, cosméticos e corantes, na conservação e recuperação do solo, produção de biogás, cercas vivas e paisagismo (NUNES, 2011). Seu uso na alimentação animal pode ser *in natura*, triturada, como emoliente adicionada a culturas, palhas e subprodutos industriais compondo até 80% da dieta animal (SOARES; SILVA, 2012). Como aumenta a digestibilidade de outros nutrientes, seu uso na alimentação animal pode melhorar o desempenho dos animais (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011).

Costa et al. (2009), trabalharam com caprinos leiteiros e avaliaram o efeito da substituição do milho por palma forrageira (0, 7, 14, 21 e 28%) sobre o consumo de água, observaram que o consumo de água foi reduzido de 5,23 kg/dia no nível de 0% de palma forrageira em relação a 0,42 kg/dia no nível de 28% inclusão da palma forrageira, sem comprometer a produção de leite.

O consumo de alimentos na matéria seca pelos cabritos não foi influenciado pela inclusão de silagem de palma forrageira, no qual o tratamento sem silagem de palma forrageira teve consumo de 623 g/dia, e com a inclusão de 42% de silagem o consumo de matéria seca foi de 675 g/dia (ALBUQUERQUER et al., 2020). Indicando que a palma forrageira teve uma boa aceitação pelos animais.



Figura 4. Plantação de palma forrageira. Fonte: próprio autor.



Figura 5. Palma forrageira miúda (*Nopalea*). Fonte: Sistema brasileiro do agronegócio (2020).

2.5. Qualidade da carne de caprinos

A qualidade da carne é influenciada por fatores biológicos e não biológicos, podendo ser definida em relação a suas propriedades físicas, químicas e pela percepção do consumidor (CASEY; WEBB, 2010). Fatores como raça, idade, peso ao abate, sexo, sistema de produção, condições pré-abate e alimentação afetam o crescimento do animal, a deposição de músculo e lipídeos na carcaça (GOETSCH et al., 2011).

A relação entre o consumo de gordura saturada e os efeitos negativos na saúde humana (SIMOPOULOS, 2002; WOOD et al., 2004), aumentaram a demanda por alimentos de qualidade e com menor teor de lipídeos. Havendo a necessidade de melhoria

nos setores de produção, industrialização e comercialização da carne (MONTE et al., 2007).

A carne caprina é caracterizada normalmente pelo baixo teor de lipídeos e colesterol (MADRUGA; BRESSAN, 2011). Observou-se quantidades menores de colesterol na carcaça de caprinos com 66,77 mg/100 g em relação a de ovinos com 99,28 mg/100 g de colesterol (SHERIDAN; HOFFMAN; FERREIRA, 2003). Com relação a porcentagem de proteína, a carne de caprino contém de 20,8 a 24,4% (TSHABALALA et al., 2003; LEE; KOUAKOU; KANNAN, 2008; MADRUGA et al., 2009). Além disso, apresenta alto teor de ácidos graxos insaturados, que são reconhecidos pelos efeitos benéficos para saúde. Foi observado que a carne dos animais da raça Jebel continha em média 51,3% de ácidos saturados e 48,7% de ácidos graxos insaturados (MAHGOUB et al., 2002).

A percepção da cor no produto cárneo, é decisiva para o consumidor no momento da compra (LISBOA et al., 2010). Essa característica pode ser influenciada por vários fatores, alguns são: pela quantidade de gordura na carcaça, pH, idade do animal, peso da carcaça e teor de gordura (PRIOLO; MICOL; AGABRIEL, 2001).

O pH é fator importante na transformação do músculo em carne com decisivo efeito sobre a qualidade da carne e dos produtos derivados (LEE; MIN; LEMMA, 2017). Valores elevados de pH (> 5,8) para a carne de caprinos são frequentemente encontrados na literatura (HUSAIN; MURRAY; TAYLOR, 2000; PRATIWI; MURRAY; TAYLOR, 2007), sugerindo que os caprinos podem ser altamente sujeitos ao estresse. A queda do pH e a formação do ácido lático são definidos pela concentração de glicogênio muscular antes do abate (ROÇA, 2009). Os níveis de glicogênio mínimos para produzir ácido lático suficiente para atingir pH satisfatório é de 50 $\mu\text{mol/g}$ (WEBB; CASEY; SIMELA, 2005). Na carne de caprinos foi encontrado concentração média de 33 $\mu\text{mol/g}$ de glicogênio (SIMELA; WEBB; FRYLINCK, 2004).

A capacidade de retenção de água refere-se à capacidade da carne em reter água durante a aplicação de forças externa como corte, aquecimento, trituração e prensagem (ROÇA, 2009; HENCHION et al., 2014). A menor capacidade de retenção de água da carne implica em perdas do valor nutritivo pelo exsudato liberado, a carne fica mais seca e com menor maciez (MONTE et al., 2012). A carne dos cabritos têm capacidade superior de retenção de água em comparação com a carne dos cordeiros (BABIKER; EL KHIDER; SHAFIE, 1990). A carne de caprinos com capacidade de retenção de água de 63,21 e 58,62% tiveram valores de perdas de peso no cozimento de 33,95 e 39,72%,

respectivamente (ARCHANA et al., 2018). Sen; Santra; Karim (2004), verificaram capacidade de retenção de água de 57,03% e perdas de cozimento de 22,67% para carne de caprinos produzidos no semiárido.

A força de cisalhamento é utilizada para avaliação objetiva da maciez da carne (MONTE et al., 2012). A maciez pode ser percebida pela facilidade de mastigação da carne e essa poderá ser percebida pela facilidade de penetração dos dentes, a resistência da carne, a ruptura ao longo da mastigação e a sensação de resíduo na boca (MENEZES et al., 2009). Carnes de cordeiros com força de cisalhamento acima de 98 N tem baixo nível de aceitação por ser considerada pouco macia, entre 78 a 98 N como aceitável e abaixo de 68 N como macia (BICKERSTAFFE et al., 1997; MONTE et al., 2007; WEBB et al., 2005). É relatado valores de força de cisalhamento para a carne de caprino de: 75,41 N (MADRUGA et al., 2008); 27,16 N (LOPES et al., 2014); 56,29 N (ARCHANA et al., 2018); 32,16 N (BRAND et al., 2018).

3. Considerações finais

No semiárido nordestino do Brasil estratégias alimentares são implementadas para auxiliar o produtor no manejo nutricional dos animais, principalmente, nos períodos de baixa pluviosidade. A palma forrageira é uma planta alternativa que consegue manter seu crescimento nos períodos mais críticos de baixo nível pluviométrico, pelo alto valor nutricional se tornou a base da alimentação de ruminantes no semiárido brasileiro contribuindo para o aporte hídrico e nutricional dos animais.

Objetivo geral

Objetivou-se avaliar a qualidade física, composição química e o perfil de ácidos graxo da carne de cabritos alimentados com palma forrageira em substituição ao feno de Tifton-85.

Referências

AGANGA, A. A. Water utilization by sheep and goats in northern Nigeria. **World Animal Review - FAO**, v.73, p.9–14, 1992.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Água no mundo: situação da água no mundo 2018. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/textos-das-paginas-do-portal/agua-no-mundo/agua-no-mundo>. Acesso em: 26 dez. 2020.

ALBUQUERQUE, I.; ARAÚJO, G.; SANTOS, F.; CARVALHO, G.; SANTOS, E.; NOBRE, I.; OLIVEIRA, R. Performance, Body Water Balance, Ingestive Behavior and Blood Metabolites in Goats Fed with Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) Silage Subjected to An Intermittent Water Supply. **Sustainability**, v.12, n.7, 2881, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12072881>

ANAETO, M.; ADEYEYE, A. J.; CHIOMA, O. G.; OLARINMOYE, O. A.; TAYO, O. G. Goat products: meeting the challenges of human health and nutrition. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v.1, p.1231-1236, 2010. 10.5251/abjna.2010.1.6.1231.1236.

ANDRADE-MONTEMAYOR, H. M.; CORDOVA-TORRES, A. V.; GARCÍA-GASCA, T.; KAWAS, J. R. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, v.98, p.83–92, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.03.023>

ANGELOTTI, F.; SÁ, L. B.; MELO, R. F. Mudanças climáticas e desertificação no semi-árido brasileiro. In **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, p.41–49, 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/574628/1/ID41687.pdf%0A%0A>. Acesso em: 30 jul. 2020.

ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; CHIZZOTTI, M. L.; TURCO, S. H. N.; CARVALHO, F. F. R. Water and small ruminant production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.326–336, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300036>

ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; TURCO, S. H. N.; PEREIRA, L. G. R. A água nos sistema de produção de caprinos e ovinos. In **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, p.69–94, 2011.

ARCHANA, P. R.; SEJIAN, V.; RUBAN, W.; BAGATH, M.; KRISHNAN, G.; ALEENA, J.; BHATTA, R. Comparative assessment of heat stress induced changes in carcass traits, plasma leptin profile and skeletal muscle myostatin and HSP70 gene expression patterns between indigenous Osmanabadi and Salem Black goat breeds. **Meat Science**, v.141, p.66–80, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.015>

BABIKER, S. A.; EL KHIDER, I. A.; SHAFIE, S. A. Chemical composition and quality attributes of goat meat and lamb. **Meat Science**, v.28, p.273–277, 1990. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(90\)90041-4](https://doi.org/10.1016/0309-1740(90)90041-4)

BARIAGABRE, S. A.; ASANTE, I. A.; GORDON, C.; ANANNG, T. Y. Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica* L): A Future Asset for Sustainability of Drylands in Northern Ethiopia. **International Journal of Science, Environment**, v.5, p.846–860, 2016.

BEN SALEM, H. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.337-347, 2010. 10.1590/S1516-35982010001300037.

BEN SALEM, H.; SMITH, T. Feeding strategies to increase small ruminant production

in dry environments. **Small Ruminant Research**, v.77, p.174-194, 2008.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.03.008>

BRAND, T. S.; VAN DER MERWE, D. A.; HOFFMAN, L. C.; GELDENHUYS, G.
The effect of dietary energy content on quality characteristics of Boer goat meat. **Meat Science**, v.139, p.74–81, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.01.018>

BRAVO FILHO, E. S.; SANTANA, M. C.; SANTOS, P. A. A.; RIBEIRO, A. S.
Levantamento etnobotânico da família Cactaceae no estado de Sergipe. **Fitos**, v.12, p.41-53, 2018.

BURGOS, M. S.; SENN, M.; SUTTER, F.; KREUZER, M.; LANGHANS, W. Effect of water restriction on feeding and metabolism in dairy cows. **American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v.280, p.418–427, 2001.

CASAMASSIMA, D.; PIZZO, R.; PALAZZO, M.; D’ALESSANDRO, A. G.; MARTEMUCCI, G. Effect of water restriction on productive performance and blood parameters in comisana sheep reared under intensive condition. **Small Ruminant Research**, v.78, p.169–175, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.03.014>

CASEY, N. H.; WEBB, E. C. Managing goat production for meat quality. **Small Ruminant Research**, v.89, p.218–224, 2010.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.12.047>

CHEDID, M.; JABER, L. S.; GIGER-REVERDIN, S.; DUVAUX-PONTER, C.; HAMADEH, S. K. Review: Water stress in sheep raised under arid conditions. **Canadian Journal of Animal Science**, v.94, n.2, p.243–257, 2014.
<https://doi.org/10.4141/cjas2013-188>

COSTA, R. G.; BELTRÃO, E. M. F.; MEDEIROS, A. N.; GIVISIEZ, P. E. N.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MELO, A. A. S. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. **Small Ruminant Research**, v.82, n.1, p.62–65, 2009.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.01.004>

DAVIS, K. F.; RULLI, M. C.; GARRASSINO, F.; CHIARELLI, D.; SEVESO, A.; D’ODORICO, P. Water limits to closing yield gaps. **Advances in Water Resources**, v.99, p.67–75, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2016.11.015>

DE ARAÚJO FILHO, J. A.; CRISPIM, S. M. A. Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de caatinga no Nordeste do Brasil. In: **Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2002, Corumbá. Anais... Corumbá: Embrapa Pantanal; Concórdia: Universidade de Contestado, 2002. 7 f. 1 CD-ROM., 2002.

DUBEUF, J. P.; BOYAZOGLU, J. An international panorama of goat selection and breeds. **Livestock Science**, v.120, n.3, p.225–231, 2009.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.07.005>

DUBEUX, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; CAVALCANTE, M.; SANTOS, D. Potential of cactus pear in South America. **Cactusnet Newsletter**, v.13, p.29–40, 2013.

ENSMINGER, M. E.; OLDFIELD, J. E.; HEINEMANN, W. W. **Feeds and Nutrition**: Pearson, 2 ed., 800p., 1990.

KLEI GOLDEWIJK, C. G. M. **Exploring future changes in land use and land condition and the impacts on food, water, climate change and biodiversity: Scenarios for the UNCCD Global Land Outlook**. 2017.

FERNANDES, L.; MINHOTO, M. Primary production and the supply of meat, eggs and milk in the world - the last 50 years and predictions for the 21st century. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal**, v.13, p.60-70, 2019.

FISHER, R. A., TURNER, N. C. Plant productivity in the arid and semiarid zones. **Annual Review of plant physiology**, v.29, p.277-317, 1978.

FRANCHITO, S. H.; FERNANDEZ, J. P. R.; PAREJA, D. Surrogate Climate Change Scenario and Projections with a Regional Climate Model: Impact on the Aridity in South America. **American Journal of Climate Change**, v.03, n.05, p.474–489, 2014. <https://doi.org/10.4236/ajcc.2014.35041>

FROTA, M. N. L.; CARNEIRO, M. S. S.; CARVALHO, G. M. C.; NETO ARAÚJO, R. B. **Palma forrageira na alimentação animal**. Teresina: Embrapa Meio - Norte, 1ed., 47p. 2015.

GALVÃO, J. G. B.; SILVA, J. B. A.; MORAIS, J. H. G.; LIMA, R. N. Cactus in ruminant feeding: culture and use. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.2, p.78-85, 2014. <https://doi.org/10.21708/avb.2014.8.2.3490>

GHANEM, A. M.; JABER, L. S.; ABI SAID, M.; BARBOUR, E. K.; HAMADEH, S. K. Physiological and chemical responses in water-deprived Awassi ewes treated with vitamin C. **Journal of Arid Environments**, v.72, n.3, p.141–149, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2007.06.005>

GODFRAY, H. C. J.; BEDDINGTON, J. R.; CRUTE, I. R.; HADDAD, L.; LAWRENCE, D.; MUIR, J. F.; TOULMIN, C. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. **Science**, v.327, p.812–818, 2010. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>

GOETSCH, A. L.; MERKEL, R. C.; GIPSON, T. A. Factors affecting goat meat production and quality. **Small Ruminant Research**, v. 101, p.173-181, 2011.

GU, D.; GERLAND, P.; PELLETIER, F.; COHEN, B. **Risks of Exposure and Vulnerability to Natural Disasters at the City Level: A Global Overview**, 2015. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2014-TechnicalPaper-NaturalDisaster.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

GUTIÉRREZ, A. P. A.; ENGLE, N. L.; NYS, E.; MOLEJÓN, C.; MARTINS, E. S.

Drought preparedness in Brazil. **Weather and Climate Extremes**, v.3, p.95–106, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2013.12.001>

HENCHION, M.; MCCARTHY, M.; RESCONI, V. C.; TROY, D. Meat consumption: Trends and quality matters. **Meat Science**, v.98, n.3, p.561–568, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.007>

HOLANDA JÚNIOR, E. V. JR. **Sistemas de produção de pequenos ruminantes no semi-árido do Nordeste brasileiro**. Documentos / Embrapa Caprinos, p. 53, 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPC/20372/1/doc66.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.

HUMMELL, B. M. L.; CUTTER, S. L.; EMRICH, C. T. Social Vulnerability to Natural Hazards in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Science**, v.7, n.2, p. 111–122, 2016. <https://doi.org/10.1007/s13753-016-0090-9>

HUSAIN, M. H.; MURRAY, P. J.; TAYLOR, D. G. Meat Quality of First and Second Cross Capretto Goat Carcasses. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.13, p.174–177, 2000.

INGLESE, P.; BARBERA, G.; LA MANTIA, T. Research strategies for the improvement of cactuspear (*Opuntia ficus-indica*) fruit quality and production. **Journal of Arid Environments**, v.29, n.4, p.455–468, 1995. [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(95\)80018-2](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(95)80018-2)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -IBGE. **Efetivo do rebanho, por tipo de rebanho**, 2019. Disponível em : <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>. Acesso em: 02 ago. 2020.

JABER, L.; BARBOUR, E. K.; ABI-SAID, M. R.; CHEDID, M.; GIGER-REVERDIN, S.; DUVAUX-PONTER, C.; HAMADEH, S. K. Responses to repeated cycles of water restriction in lactating Shami goats. **Journal of Applied Animal Research**, v.43, n.1, p.39–45, 2015. <https://doi.org/10.1080/09712119.2014.888001>

JABER, L.; CHEDID, M.; HAMADEH, S. Water stress in small ruminants. **Responses of Organisms to Water Stress**. InTech, p.115-149, 2013. <https://doi.org/10.5772/53584>

JABER, L.; HABRE, A.; RAWDA, N.; ABI SAID, M.; BARBOUR, E.; HAMADEH, S. The effect of water restriction on certain physiological parameters in Awassi sheep. **Small Ruminant Research**, v.54, p.115–120, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.11.004>

KOUTROULIS, A. G. Dryland changes under different levels of global warming. **Science of The Total Environment**, v.655, p.482–511, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.215>

LEE, J. H.; KOUAKOU, B.; KANNAN, G. Chemical composition and quality characteristics of chevon from goats fed three different post-weaning diets. **Small**

Ruminant Research, v.75, p. 177–184, 2008.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.10.003>

LEE, J. H.; MIN, B. R.; LEMMA, B. B. Quality characteristics of goat meat as influenced by condensed tannins-containing pine bark. **Small Ruminant Research**, v.146, p.28–32, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.11.009>

LI, B. T.; CHRISTOPHERSON, R. J.; COSGROVE, S. J. Effect of water restriction and environmental temperatures on metabolic rate and physiological parameters in sheep. **Canadian Journal of Animal Science**, v.80, n.1, p.97–104, 2000.
<https://doi.org/10.4141/A99-041>

LIMA, J. S.; SILVE, S. K. A.; FARIAS, I. M. S. C.; AZEVEDO, M. M. R. **Otimização e limitações do consumo em sistemas de pastejo**. In: PEREIRA, K.; LIMA, J.; SILVA, D. Consumo a pasto no semiárido: como estima-los. 1. ed. Novas edições acadêmicas, 2020, cap.2, 24-33p.

LISBOA, A. C. C.; FURTADO, D. A.; MEDEIROS, A. N.; COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; BARRETO, L. M. G.; PAULO, J. L. A. Avaliação da qualidade de carne de cabritos nativos terminados com dietas contendo feno de Maniçoba. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p.1046-1055, 2010.

LOBO, R. N. B. Opportunities for investment into small ruminant breeding programmes in Brazil. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.136, n.5, p.313–318, 2019.
<https://doi.org/10.1111/jbg.12396>

LOPES, L. S.; MARTINS, S. R.; CHIZZOTTI, M. L.; BUSATO, K. C.; OLIVEIRA, I. M.; MACHADO, O. R. N.; LADEIRA, M. M. Meat quality and fatty acid profile of Brazilian goats subjected to different nutritional treatments. **Meat Science**, v.97, p.602–608, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.03.005>

MADRUGA, M. S.; MEDEIROS, E. J. L.; SOUSA, W. H.; CUNHA, M. G. G.; PEREIRA, J. M. F.; QUEIROGA R. C. R. E. Chemical composition and fat profile of meat from crossbred goats reared under feedlot systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.547–552, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000300021>

MADRUGA, M. S.; TORRES, T. S.; CARVALHO, F. F.; QUEIROGA, R. C.; NARAIN, N.; GARRUTTI, D.; COSTA, R. G. Meat quality of Moxotó and Canindé goats as affected by two levels of feeding. **Meat Science**, v.80, p.1019–1023, 2008.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.04.020>

MAHGOUB, O.; KHAN, A. J.; AL-MAQBALY, R. S.; AL-SABAHI, J. N.; ANNAMALAI, K.; AL-SAKRY, N. M. Fatty acid composition of muscle and fat tissues of Omani Jebel Akhdar goats of different sexes and weights. **Meat Science**, v.61, p.381–387, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00208-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00208-X)

MARENCO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil-past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v.129, p.1189–1200, 2017.
<https://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8>

MARKWICK, G.; JOSHUA, E.; MUSGRAVE, A. **Water requirements for sheep and cattle**. NSW Department of Primary Industries, p.5, 2014.

MARQUES, A. V. M. S.; COSTA, R. G.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA, J. M. F.; LIRA FILHO, G. E.; SANTOS, N. M. Feno de flor de seda (*Calotropis procera Sw.*) em dietas de cordeiros Santa Inês: Biometria e rendimento dos componentes não-constituintes da carcaça. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v.3, n.1, p.85–89, 2008.
<https://doi.org/10.5039/agraria.v3i1a296>

MATALLO JÚNIOR, H; SCHENKEL, C. S. (Org). **Desertificação**. Brasília: UNESCO, p. 82,1999.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. Four billion people facing severe water scarcity. **Science Advances**, v.2, n.2, p.e1500323; 2016.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.1500323>

MELO, A. A. S.; FERREIRA, M. A.; VERÁS, A. S. C.; LIRA, M. A.; LIMA, L. V. E.; VILELA, M. S.; ARAÚJO, P. R. B. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica Mill*) em dietas para vacas em lactação: I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.727–736, 2003.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000300025>

MENEZES, J. J. L; GONÇALVES, H. C; RIBEIRO, M. S. Efeitos do sexo, do grupo racial e da idade ao abate nas características de carcaça e maciez da carne de caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v.38, n.9, p.1769-1778, 2009.

MENGISTU, U. L.; PUCHALA, R.; SAHLU, T.; GIPSON, T. A.; DAWSON, L. J.; GOETSCH, A. L. Comparison of different levels and lengths of restricted drinking water availability and measurement times with Katahdin sheep and Boer and Spanish goat wethers. **Small Ruminant Research**, v.144, p.320–333, 2016.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.10.007>

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE – MAGRAMA. **Informe del consumo de alimentación en España**. Madrid, 2020. Disponível em: https://www.mapa.gob.es/images/es/informe2019_v2_tcm30-540250.pdf. Acesso em: 17 mar. 2021.

MIRZABAEV, A.; WU, J.; EVANS, J.; GARCÍA-OLIVA, F.; HUSSEIN, I. A. G.; IQBAL, M. M.; WELTZ, M. **Desertification**. In *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*, 2019.

MONTE, A. L. S.; GONSALVES, H. R. O.; VILLARROEL, A. B. S.; DAMACENO, M. N.; CAVALCANTE, A. B. D. Qualidade de carne de caprinos e ovinos: uma revisão. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, p.11-17, 2012.

MONTE, A. L. S.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; GARRUTI, D. S.; ZAPATA, J. F. F.; BORGES, Â. S. Parâmetros físicos e sensoriais de qualidade da carne de cabritos

mestiços de diferentes grupos genéticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p.233–238, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200004>

NEFFAR, S.; CHENCHOUNI, H.; BEDDIAR, A.; REDJEL, N. Rehabilitation of degraded rangeland in drylands by prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.) plantations: effect on soil and spontaneous vegetation. **Ecologia Balkanica**, v.5, p.63–76, 2013.

NEFZAOU, A.; LOUHAICHI, M.; BEN SALEM, H. Cactus as a tool to mitigate drought and to combat desertification. **Journal of Arid Land Studies**, v.24, p.121-124, 2014. <https://hdl.handle.net/20.500.11766/7319>

NOBEL, P. S. Ecofisiología de *Opuntia ficus-indica*. In: **El nopal (*Opuntia spp.*) como forraje. FAO Plant Production and Protection Paper**. 2003, Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/007/y2808s/y2808s06.htm#BM06>. Acesso em: 15 ago. 2020.

NUNES, C. S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, p.8, 2011.

NUNES, R. P.; SILVA, M. J.; SILVA, B. M.; PEREIRA, C. M. P.; LIMA, C. M. D. O cooperativismo e caprinocultura como estratégia de fortalecimento da agricultura familiar. **Diversitas Journal**, v.3, p.901, 2018. <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v3i3.684>

OLIVEIRA A. S. C., SOUTO, J. S., SILVA, R. P., ANDRADE FILHO, F. C., PEREIRA JUNIOR, E. B. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde**, v.5, p.27-37, 2010.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Perspectivas da População mundial: 26ª rodada de estimativas e projeções da ONU sobre a população global**, 2019. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>. Acesso em: 02 set. 2020.

PALHARES, J. C. P. **Consumo de água na produção animal**. Embrapa Pecuária Sudeste, p.1-6, 2013.

POPHIWA, P.; WEBB, E. C.; FRYLINCK, L. A review of factors affecting goat meat quality and mitigating strategies. **Small Ruminant Research**, v.183, p.106035, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.106035>

PRATIWI, N. M. W.; MURRAY, P. J.; TAYLOR, D. G. Feral goats in Australia: A study on the quality and nutritive value of their meat. **Meat Science**, v.75, p.168–177, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.06.026>

PRIOLO, A.; MICOL, D.; AGABRIEL, J. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. **Animal Research**, v.50, p.185–200, 2001. <https://doi.org/10.1051/animres:2001125>

PRUDHOMME, C.; GIUNTOLI, I.; ROBINSON, E. L.; CLARK, D. B.; ARNELL, N. W.; DANKERS, R.; WISSER, D. Hydrological droughts in the 21st century, hotspots

and uncertainties from a global multimodel ensemble experiment. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.111, p.3262–3267, 2014.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1222473110>

RAMOS, J. P. F.; SANTOS, E. M.; SOUSA, W. H. **Estratégias de produção, conservação e utilização de forragens para alimentação de caprinos e ovinos no semiárido**, 1. ed. João Pessoa-PB: editora EMEPA – PB, 2018.

RAMOS, J. P. F.; SOUSA, W. H.; SOUZA, J. T. A.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; CARTAXO, F. Q. Planejamento forrageiro e suplementação de caprinos leiteiros no Semiárido. *In*: RAMOS, J. P. F.; SANTOS, E. M.; SOUSA, W. H. **Estratégias de produção, conservação e utilização de forragens para alimentação de caprinos e ovinos no semiárido**, 1. ed. João Pessoa-PB: editora EMEPA – PB, 2018, cap. 6, 97-118 p.

REYES-AGÜERO, J. A.; AGUIRRE R., J. R.; VALIENTE-BANUET, A. Reproductive biology of Opuntia: A review. **Journal of Arid Environments**, v.64, p.549–585, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.06.018>

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B.; SILVA, A. L. N.; JUSTINIANO, S. V.; FREITAS, M. M. S. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semi-árido paraibano. **Revista Caatinga**, v.23, p.127–132, 2010.

ROÇA, R. de O. Modificações post-mortem. **Botucatu: Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal**, v.12, 2009. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br>. Acesso em: 12 set. 2020.

ROÇA, R. de O. Propriedades da carne. **Botucatu: Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal**, v.10, 2009. Disponível em: <http://dgta.fca.unesp.br/docentes/roca/carnes/Roca105.pfd>. Acesso em: 12 set. 2020.

SÁ, I. B.; RICÉ, G. R.; FOTIUS, G. A. **As paisagens e o processo de degradação do semiárido nordestino**, 2004. Disponível em: http://www.cpatas.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB1733.pdf. Acesso em: 15 set. 2020.

SEN, A. R.; SANTRA, A.; KARIM, S. A. Carcass yield, composition and meat quality attributes of sheep and goat under semiarid conditions. **Meat Science**, v.66, p.757–763, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00035-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00035-4)

SHERIDAN, R.; HOFFMAN, L. C.; FERREIRA, A. V. Meat quality of Boer goat kids and Mutton Merino lambs 1. Commercial yields and chemical composition. **Animal Science**, v.76, p.63–71, 2003. <https://doi.org/10.1017/S1357729800053327>

SILANIKOVE, N. The struggle to maintain hydration and osmoregulation in animals experiencing severe dehydration and rapid rehydration: the story of ruminants. **Experimental Physiology**, v.79, p.281–300, 1994. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.1994.sp003764>

SILANIKOVE, N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. **Small Ruminant Research**, v.35, p.181–193, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00096-6](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00096-6)

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.8, p.1–11, 2007.

SIMELA, L.; WEBB, E. C.; FRYLINCK, L. Post-mortem metabolic status, pH and temperature of chevon from indigenous South African goats slaughtered under commercial conditions. **South African Journal of Animal Science**, v.34, p.204–207, 2004.

SIMOPOULOS, A. Omega-3 Fatty Acids in Inflammation and Autoimmune Diseases. **Journal of the American College of Nutrition**, v.21, p.495–505, 2002. <https://doi.org/10.1080/07315724.2002.10719248>

SISTEMA BRASILEIRO DO AGRONEGÓCIO – SBA. Cactos: a poupança verde que serve de alimento ao gado à purificação de água. 2020. Disponível em: <https://sba1.com/noticias/noticia/8201/Cactos-a-poupanca-verde-que-serve-de-alimento-ao-gado-a-purificacao-de-agua>. Acesso em: 26 dez. 2020.

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

SOUZA, M. F. S.; PASSETTI, L. C. G.; GONÇALVES, T. R.; PASSETTI, R. A. C.; SANTOS, G. R. A. Characterisation of goat product consumers and goat farming systems in the Brazilian Northeast region. **Small Ruminant Research**, v.179, p.7-13, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.08.017>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal** (5 ed.). Porto Alegre: Editora Artmed, 2013.

TSHABALALA, P. A.; STRYDOM, P. E.; WEBB, E. C.; KOCK, H. L. Meat quality of designated South African indigenous goat and sheep breeds. **Meat Science**, v.65, p. 563–570, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00249-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00249-8)

TURKES, M. Vulnerability of Turkey to Desertification With Respect to Precipitation and Aridity Conditions. **Journal of Engineering and Environmental Sciences**, v.23, p.363–380, 1999.

VIEIRA, R. M. S. P.; SESTINI, M. F.; TOMASELLA, J.; MARCHEZINI, V.; PEREIRA, G. R.; BARBOSA, A. A.; OMETTO, J. P. H. B. Characterizing spatio-temporal patterns of social vulnerability to droughts, degradation and desertification in the Brazilian northeast. **Environmental and Sustainability Indicators**, v.5, 100016, 2020.

VIEIRA, R. M. S. P.; TOMASELLA, J.; ALVALÁ, R. C. S.; SESTINI, M. F.; AFFONSO, A. G.; RODRIGUEZ, D. A.; SANTANA, M. O. Identifying areas susceptible to desertification in the Brazilian northeast. **Solid Earth**, v.6, p.347–360, 2015. <https://doi.org/10.5194/se-6-347-2015>

VOROSMARTY, C. J. Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth. **Science**, v.289, p.284–288, 2000.

<https://doi.org/10.1126/science.289.5477.284>

WEBB, E. C.; CASEY, N. H.; SIMELA, L. Goat meat quality. **Small Ruminant Research**, v.60, p.153–166, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.06.009>

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, p.21–32, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00022-6)

CAPÍTULO 2

“Qualidade física, química e perfil de ácidos graxos na carne de caprinos alimentados com palma forrageira em substituição ao feno de Tifton-85”

Resumo

A baixa precipitação pluviométrica no Nordeste do Brasil é fator limitante para produção animal. Plantas adaptadas como a palma forrageira tem importância em função do metabolismo ácido crassuláceo, que permite o armazenamento de água e pela sua adaptação às condições edafoclimáticas dessa região. Portanto, objetivou-se avaliar a qualidade física, química e o perfil de ácidos graxo na carne de cabritos alimentados com palma forrageira em substituição ao feno de Tifton-85. Avaliou-se a inclusão de 25 e 55% de palma forrageira em substituição ao feno de Tifton-85 na dieta dos cabritos, bem como a dieta controle que não apresentava palma forrageira na sua composição. A carne dos animais que receberam 55% de palma forrageira apresentou menor percentual de umidade (76,11%) em relação ao controle (77,57%). O teor de lipídeo na carne dos animais alimentados com 25 e 55% de palma forrageira foi de 1,33% e 1,26%, respectivamente, foi menor em relação a carne dos animais recebendo dieta controle com teor de 1,56%. A inclusão de 55% da palma forrageira proporcionou aumento no teor dos ácidos graxos monoinsaturados da carne (52,71%) em relação a carne do controle (37,75%). Por outro lado, o teor de ácidos graxos poli-insaturados foi maior para a carne dos animais alimentados com a dieta controle (21,44%) em relação a carne no nível 55% de palma forrageira (6,90%). Recomenda-se a substituição do feno de Tifton-85 por 55% de palma forrageira, por proporcionar menor teor de lipídeos e maior teor de ácidos graxos monoinsaturados na carne de cabrito.

Palavras-chave: Cabritos; Cladódios; *Longissimus lumborum*; Mudanças climáticas

Abstract

Low rainfall in northeastern Brazil is a limiting factor for animal production. Adapted plants such as forage palm are important due to the crassulacean acid metabolism, which allows the storage of water and its adaptation to the edaphoclimatic conditions of that region. Therefore, the objective was to evaluate the physical, chemical quality and the fatty acid profile in goat meat fed with forage palm instead of Tifton-85 hay. The inclusion of 25 and 55% forage palm in replacement of Tifton-85 hay was evaluated in the kid's diet, as well as the control diet that did not have forage palm in its composition. The meat of the animals that received 55% forage palm showed a lower percentage of moisture (76.11%) compared to the control (77.57%). The lipid content in the meat of the animals fed with 25 and 55% forage palm was 1.33% and 1.26%, respectively, it was

lower in relation to the meat of the animals receiving a control diet with a content of 1.56%. The inclusion of 55% of the forage palm provided an increase in the content of monounsaturated fatty acids in the meat (52.71%) in relation to the control meat (37.75%). On the other hand, the content of polyunsaturated fatty acids was higher for meat from animals fed the control diet (21.44%) compared to meat at the level of 55% forage palm (6.90%). It is recommended to replace the Tifton-85 hay with 55% forage palm, as it provides a lower content of lipids and a higher content of monounsaturated fatty acids in kid meat.

Keywords: Cladodes; Climate changes; Goats; *Longissimus lumborum*

1. Introdução

No Brasil existem 10.696.664 milhões de caprinos e mais de 90% dos animais estão no Nordeste, região que apresenta cerca de 286.676 mil estabelecimentos agropecuários de caprinos, gerando emprego e renda (IBGE, 2019). Os caprinos apresentam capacidade de sobreviver em ambientes extremos e são considerados a espécie animal mais adequada para o desenvolvimento das regiões áridas (ARCHANA et al., 2018). Porém, na região Nordeste, a caprinocultura é reconhecida como uma atividade rural de subsistência (SOUZA et al., 2019), o que caracteriza uma evolução lenta da dinâmica produtiva da caprinocultura (HOLANDA JÚNIOR, 2006).

A baixa precipitação pluviométrica na região semiárida, localizada no nordeste do Brasil, é um fenômeno natural que sempre ocorreu e de acordo com projeções futuras, será intensificada provocando maior aridez e déficit hídrico, comprometendo a produção agropecuária (MARENGO; TORRES; ALVES, 2017). A palma forrageira é importante para a produção animal do semiárido brasileiro, em virtude da adaptação às condições edafoclimáticas, boa produtividade e alta aceitabilidade pelos animais, é utilizada como alimento energético, rica em carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais (MELO et al., 2003). A palma forrageira é onze vezes mais eficiente com relação a utilização água do que outras plantas (GALVÃO et al., 2014).

O consumo de carne caprina está aumentando, e a qualidade é parâmetro decisivo, pois determina o interesse e aceitabilidade do produto pelos consumidores (POPHIWA; WEBB; FRYLINCK, 2020). A aparência, maciez, suculência e sabor, são fatores que levam o consumidor a apreciar ou não a carne (PINHEIRO; JORGE; SOUZA,

2012). Desse modo, os parâmetros de qualidade são interdependentes e devem ser analisados em conjunto (MONTE et al., 2007). A carne caprina normalmente contém baixo percentual de colesterol, baixo teor de ácidos graxos saturados e altos percentuais de ácidos graxos poli-insaturados, considerada alternativa mais saudável em comparação com outros tipos de proteína animal (ANAETO et al., 2010). Maiores proporções de C18:2, ácido linoleico conjugado e ácidos graxos poli-insaturados foram observadas na carne dos cabritos que receberam palma forrageira na dieta, resultando em melhorias no perfil de ácidos graxos da carne relação a carne dos animais alimentados com a dieta sem a inclusão da palma forrageira (ATTI; MAHOUACHI; ROUISSI, 2006). Além disso, a distribuição de gordura na carne caprina é diferenciada, os caprinos tendem a depositar a maior parte de sua gordura internamente na cavidade abdominal (TSHABALALA et al., 2003). Essa característica, juntamente com a deposição reduzida de gordura subcutânea, proporciona à carne caprina menor teor de lipídeos em comparação com a carne ovina e bovina (DEVENDRA, 1994).

Diante disso, pouco se sabe sobre os efeitos do fornecimento da palma forrageira na dieta de caprinos em relação os parâmetros de qualidade da carne. Portanto, a nossa hipótese é que a palma forrageira em substituição ao feno de Tifton-85, devido ao seu alto teor de carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais, proporcione melhorias nas características de qualidade da carne dos cabritos. Assim, objetivou-se avaliar a qualidade física, química e o perfil de ácidos graxo na carne de cabritos alimentados com palma forrageira em substituição ao feno de Tifton-85.

2. Material e métodos

2.1. Aprovação da comissão de ética animal

O estudo foi aprovado pela Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Alagoas, protocolo n° 66/2018.

2.2. Coleta de amostras de carnes

As amostras de carne foram provenientes do experimento de campo conduzido na Universidade Federal de Alagoas – Câmpus Arapiraca, localizado no município de Arapiraca, pertencente ao Estado de Alagoas, Brasil (Figura 6), com latitude 9°45'09'' e longitude 36°39'40'' a 280 m acima do nível do mar. O clima da região é tropical de

savana (As), caracterizado com período mais seco no verão, segundo a classificação de Köppen.



Figura 6. Localização geográfica do município de Arapiraca, Alagoas (MENDES; LIMA; MORAES, 2013).

Utilizou-se o músculo *Longissimus lumborum* de 21 cabritos, não castrados, sem raça definida, abatidos com peso corporal médio de $18 \pm 0,86$ kg e 7 ± 1 meses de idade, após um período de terminação em confinamento de 90 dias.

A relação volumosa:concentrado foi de 80:20 com base na matéria seca, as dietas consistiam em dois níveis de substituição do feno de Tifton-85 (*Cynodon spp*) por palma forrageira (*Nopalea Cochenillifera* Salm-Dyck): 25 e 55% e uma dita controle sem palma forrageira na composição (Tabela 2). As dietas foram formuladas de acordo com o NRC (2007) sendo isoproteicas (14,0% de proteína bruta) e isoenergéticas (2,3 Mcal / kg MS de energia metabolizável). Os volumosos foram moídos diariamente em triturador forrageiro (Trapp, modelo JK 700, Brasil), o tamanho de partícula foi de 1 cm para o feno de Tifton-85 e 3 cm para a palma forrageira, que foram misturados ao concentrado e fornecidos *ad libitum* aos animais às 08h00 e 16h00, sendo permitido 20% de sobra do oferecido. O consumo médio de matéria seca dos animais no controle foi de 377,49 g/dia, e nos níveis 25 e 55% foi de 498,46 e 443,10 g/dia, respectivamente, não houve diferença para o consumo de matéria seca das dietas.

Após o período de confinamento, os cabritos foram transportados para o abatedouro a 83 km de distância (Figura 7), onde 78,3 km era de estrada asfaltada em boas condições e 4,7 km era de estrada de terra. No abatedouro os animais passaram por

um período de jejum sólido de 16h, o abate dos animais foi realizado por concussão cerebral pelo método não penetrante, conforme procedimentos recomendados pelo Regulamento de Inspeção Sanitária e Industrial de Produtos de Origem Animal (MAPA, 2000), todos os animais foram abatidos no mesmo dia. Após o abate as carcaças foram resfriadas por 24 horas a 4 °C em câmara fria. Em seguida as carcaças foram seccionadas (direita e esquerda) foi retirado o músculo *Longissimus lumborum* do lado direito e esquerdo da carcaça de cada animal, identificados e embalados a vácuo individualmente (Selovac, modelo 200B, Brasil) em embalagens de polipropileno (20 x 30 x 0,10 cm) e armazenados em freezer a -18 ± 4 ° C (Metalfrio, modelo DA550, Brasil).

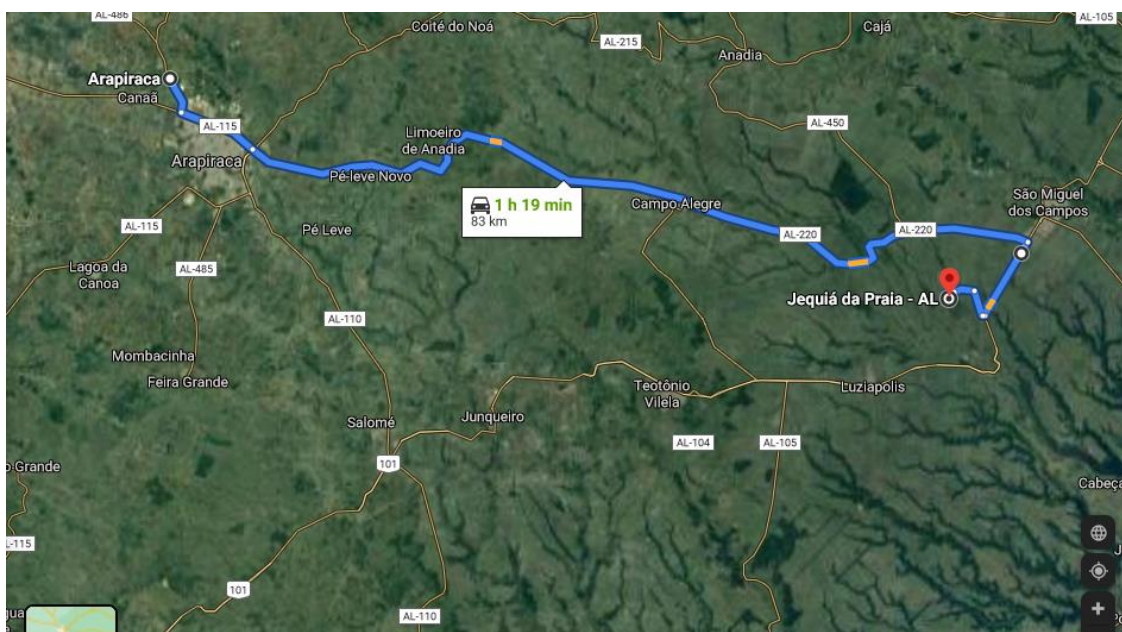


Figura 7. Distância da unidade experimental até o abatedouro comercial (Google maps, web 2.0).

A análise da composição bromatológica e perfil de ácidos graxos dos ingredientes da dieta com base na matéria seca (Tabela 1), foi realizada segundo recomendações de Silva e Queiroz (2006), sendo o teor de matéria seca expresso em g / kg de matéria natural os demais itens da composição bromatológica dos ingredientes da dieta foram expressos em g / MS. O teor de ácidos graxos da dieta foi realizado conforme a metodologia descrita por Hartman e Lago (1973).

Tabela 1.

Composição bromatológica e perfil de ácidos graxos dos ingredientes da dieta com base

na matéria seca

Item (g/MS)	Palma	Feno de	Grão de Milho	Farelo de
	Forrageira	Tifton-85	Moído	Soja
Matéria seca	117,30	886,90	870,10	874,80
Matéria mineral	92,30	65,00	11,70	70,10
Matéria orgânica	907,70	935,00	988,30	929,90
Proteína bruta	38,50	98,30	96,70	513,20
Extrato etéreo	34,80	19,40	45,30	23,10
Fibra em detergente neutro ¹	186,70	691,10	90,60	131,80
Fibra em detergente ácido	102,00	362,80	50,00	84,90
Carboidratos totais	834,30	817,40	846,30	393,60
Carboidratos não fibrosos	647,60	126,30	755,70	261,80
Perfil de ácidos graxos (%)				
C14:0 mirístico	6,11	1,52	2,25	0,77
C16:0 palmítico	26,42	18,30	9,63	11,78
C18:0 esteárico	10,54	3,11	2,31	4,83
C20:0 araquídico	0,25	2,90	0,60	0,41
C24:0 lignocérico	0,73	2,45	0,34	0,25
C16:1 palmitoleico	5,34	1,44	0,10	0,96
C18:1 cis9 oleico	10,32	5,73	30,22	22,14
C18:1 trans9 elaídico	2,41	0,91	2,10	1,87
C18:2 linoleico	15,70	27,20	40,14	52,35
C18:3 α -linolênico	1,33	7,90	2,80	6,83

¹ Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína.

No mês de agosto de 2019, as amostras foram acondicionadas em caixa térmica com gelo seco e foram transportadas para São Paulo via transporte aéreo com duração de

3 horas até o laboratório da Universidade Estadual de São Paulo, as amostras ficaram armazenadas em freezer horizontal (Metalfrío, modelo DA550B2352, Brasil) a $-25 \pm 2,3$ °C até a realização das análises, que se iniciou no mês de outubro de 2019.

Tabela 2.

Ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais com base na matéria seca

Item (g / MS)	Dietas ¹		
	Controle	25%	55%
Feno de Tifton-85	800,00	550,00	250,00
Grão de milho moído	50,00	35,00	45,00
Farelo de soja	130,00	145,00	130,00
Palma Forrageira	0,00	250,00	550,00
Ureia	10,00	10,00	15,00
Sal mineral	10,00	10,00	10,00
Composição bromatológica			
Matéria seca	884,50	335,80	192,40
Matéria mineral	71,70	79,40	86,70
Matéria orgânica	918,30	910,60	898,30
Proteína bruta	178,30	169,60	159,00
Extrato etéreo	20,80	24,30	29,00
Fibra em detergente neutro ²	574,50	449,10	296,70
Fibra em detergente ácido	303,80	239,10	160,10
Carboidratos totais	747,40	744,80	752,50
Carboidratos não fibrosos	172,80	295,80	455,80

¹Controle: 80% de feno de Tifton-85 e 20% de concentrado; 25%: 55% de feno de Tifton-85, 25% de palma forrageira e 20% concentrado; 55%: 25% de feno de Tifton-85, 55% de palma forrageira e 20% de concentrado. ² Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína.

2.3. Qualidade física da carne

O músculo *Longissimus lumborum* do lado direito e esquerdo da carcaça tinha em média 14 cm de comprimento, 6 cm de largura e 1,5 cm de espessura. Os músculos foram seccionados ainda congelados (Figura 8) com serra fita (Lynus, modelo 17652, Brasil) em porção cranial (9 cm de comprimento) e caudal (5 cm de comprimento). Posteriormente, as amostras foram descongeladas por 24 horas em BOD (Marconi, modelo M4415, Brasil) com temperatura de 4°C. Foi utilizado a porção cranial para a avaliação de pH, cor, capacidade de retenção de água, perdas de peso por cozimento, força de cisalhamento e composição dos ácidos graxos, a porção caudal foi utilizada para avaliação de qualidade química da carne.

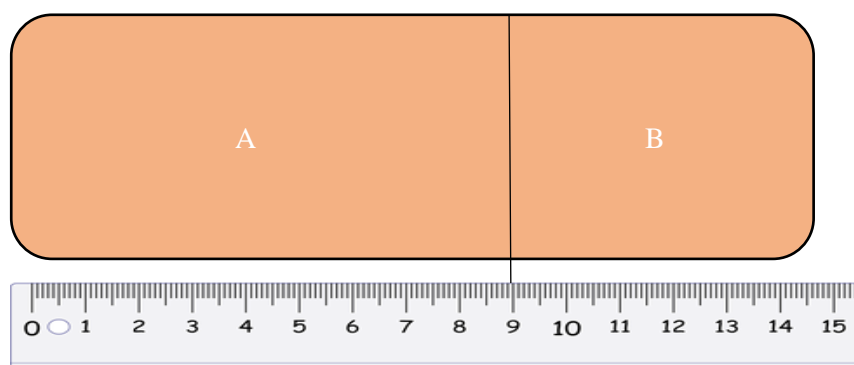


Figura 8. Representação do músculo *Longissimus lumborum* direito. Porção cranial representada como lado A e caudal lado B.

2.3.1. Cor

A porção cranial de 9 cm de comprimento foi desembalada e cortada em 3 subamostras de 3 cm de comprimento, para que a cor fosse analisada após a exposição ao ar durante 30 minutos em refrigeração a 4°C para a expor a mioglobina. A cor instrumental foi avaliada utilizando o colorímetro portátil (Konica Minolta, modelo CR-400, Osaka, Japão), com abertura de 8 mm de cone aberto e iluminante D65, o equipamento foi previamente calibrado com padrão cerâmico branco, foi realizada uma leitura em cada subamostra totalizando três mensurações por amostra. As médias dos parâmetros de cor foram expressas de acordo com o padrão CIE, sendo L^* luminosidade, a^* intensidade de vermelho e b^* intensidade de amarelo (Commission Internationale de l'Eclairage – CIE, 1976). Os níveis de ângulo de inclinação (h^*) e de croma (C^*) foram calculados como: $H^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*) \times (180/\pi)$ expresso em graus e $C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$,

respectivamente, segundo recomendações da American Meat Science Association (AMSA, 2012).

2.3.2. pH

O pH foi analisado com peagômetro (Hanna instruments, modelo HI99163, Itália), acoplado com eletrodo de vidro e ponta de penetração lisa. O peagômetro foi previamente calibrado usando duas soluções tampões de pH 4,0 e 7,0 em temperatura ambiente ($23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$). Antes e depois de cada leitura, o eletrodo foi limpo com água destilada e toalha de algodão.

2.3.3. Capacidade de retenção de água

Para a determinação da capacidade de retenção de água foi utilizado o método descrito por Hamm (1960), utilizou-se duas gramas da porção cranial do músculo *Longissimus lumborum*. As amostras foram colocadas entre dois papéis filtro circulares e estes entre duas superfícies lisa de material polipropileno e um peso de 10 kg foi colocado sobre a superfície por 5 minutos. A seguir, as amostras foram pesadas e a quantidade de água perdida foi calculada como a diferença de pesos. Os resultados foram expressos como percentual de água retida em relação ao peso inicial das amostras.

2.3.4. Perdas de peso por cozimento

As amostras foram pesadas individualmente, embaladas em polipropileno (20 x 30 x 0,10 cm), identificadas e seladas para o cozimento em banho-maria (Solidsteel, modelo SSD 5L, Brasil). O equipamento foi previamente aquecido até atingir temperatura de 85°C , momento em que as amostras foram imersas para o cozimento por 20 minutos, a temperatura das amostras foi monitorada com termômetro digital (Incoterm, modelo 766202000, Brasil) até atingirem a temperatura interna de $75\text{ }^{\circ}\text{C}$. Em seguida, as amostras foram removidas do banho-maria, retiradas da embalagem e resfriadas até atingir 25°C e posteriormente pesadas novamente. A diferença no peso das amostras antes e depois do cozimento foi expressa em porcentagem (Honikel, 1998).

2.3.5. Força de cisalhamento

As amostras utilizadas para as perdas de peso por cozimento foram as mesmas para determinar a força de cisalhamento. As carnes foram cortadas em cubos de

aproximadamente 1 x 1 cm paralelamente às fibras da carne (WERDI PRATIWI; MURRAY; TAYLOR, 2007) e os cubos foram submetidos ao corte no sentido transversal das fibras musculares, por meio de texturômetro (CT3 25K, modelo Brookfield 15W, EUA), equipado com lâmina Warner-Bratzler de 1 mm de espessura, com capacidade de 25 kg, velocidade do seccionador de 200 mm por minuto e distância da plataforma de 25,0 mm. Os resultados foram expressos em Newtons (N).

2.4. Composição química

As amostras do *Longissimus lumborum* foram trituradas em processador (mallory, modelo B91201652, Brasil) e foram avaliadas em duplicata. Os teores de umidade, proteínas e matéria mineral foram realizados de acordo com Association of Official Analytical Chemists (1995). A extração dos lipídeos foi realizada por meio da técnica a frio com 20 g de carne e solução de metanol: clorofórmio: água conforme descrito por Bligh e Dyer (1959).

2.5. Perfil de ácidos graxos

Posterior a extração de lipídeos descrita por Bligh e Dyer (1959), as amostras foram submetidas à transesterificação de triglicerídeos para a obtenção dos ésteres metílicos (HARTMAN; LAGO, 1973). Os ésteres foram analisados por cromatografia gasosa (Shimadzu, modelo GC-2010, Plus GC-gás chromatograph, EUA) com detector de ionização de chama a 250°C e coluna capilar de sílica fundida (Agilent J&W DB-FATWAX Ultra inert, 30m x 0,25mm, 0,25µm, Agilent 7890B, EUA). Os ácidos graxos foram identificados por comparação com o tempo de retenção dos ésteres metílicos (Figura 9) dos padrões de ácidos graxos das amostras (Sigma, FAME Mix, C4-C24) e o cálculo das áreas de pico determinadas pelo software GC Solution, versão 2.4.1.91. Os resultados foram expressos em porcentagem.

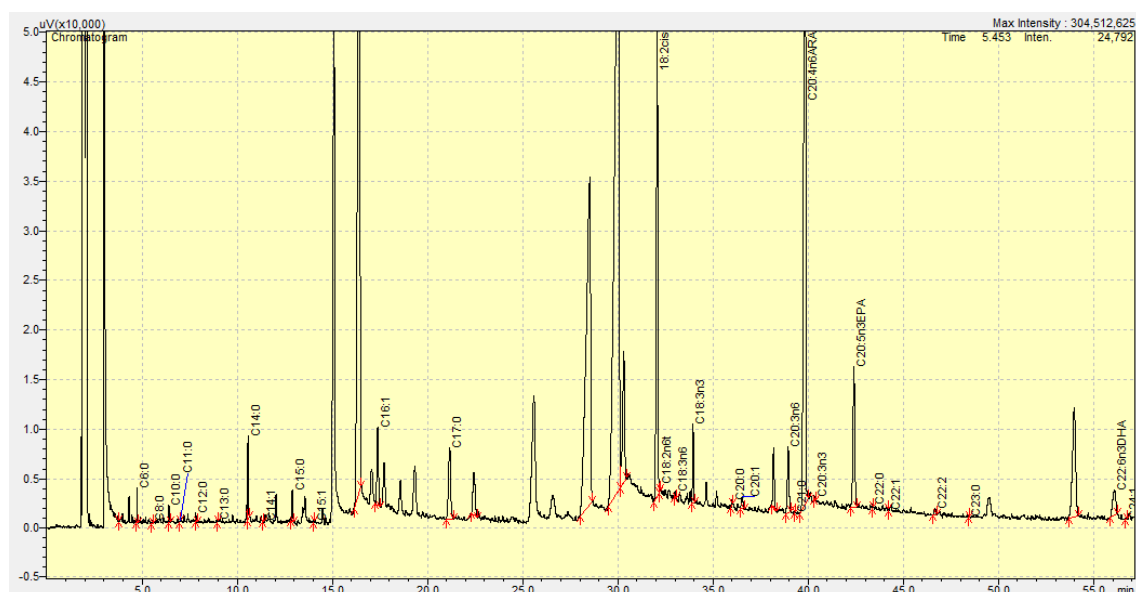


Figura 9. Cromatograma com a identificação dos ácidos graxos de acordo com a área do pico estabelecido pelo software.

2.6. Análise estatística

A análise estatística foi realizada considerando o delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se as dietas (três dietas) como efeito fixo e sete repetições por tratamento. O animal foi considerado a unidade experimental. Inicialmente, os dados foram verificados quanto a distribuição da normalidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk (W), com o procedimento UNIVARIATE (versão 9.4; SAS Inst. Inc., Cary, NC) e comando *plot* para permitir a visualização da distribuição dos pontos ($W = 0,90$). Os dados suspeitos foram identificados pelo teste de desvio estudantizado extremo generalizado (ESD) e, em seguida, foram removidos. Quatro dados foram identificados como suspeitos e excluídos do conjunto de dados do controle (80% feno de Tifton-85 + 20% concentrado), para as variáveis: pH ($n=1$), matéria mineral ($n=1$); e, lipídeo ($n=2$). Um dado foi identificado como suspeito e excluído do conjunto de dados do nível 55% (55% palma + 25% feno de Tifton-85 + 20% concentrado), para a variável umidade ($n=1$).

Os dados das variáveis da carne (cor, pH, capacidade de retenção de água, perdas de peso por cozimento, força de cisalhamento e composição química) foram analisados utilizando o procedimento GLIMMIX (versão 9.4; SAS Inst. Inc., Cary, NC), com o comando Kenwardroger para ajuste dos graus de liberdade do denominador (DDF) para

amostragens reduzidas (KENWARD; ROGER, 1997). O modelo incluiu as dietas como efeito fixo, sendo o termo animal (dietas) utilizado como variável aleatória.

Os dados dos teores de ácidos graxos da carne foram analisados por modelo linear generalizado misto como logarítmica dos dados pelo procedimento GLIMMIX (versão 9.4; SAS Inst. Inc., Cary, NC). O modelo incluiu as dietas como efeito fixo, sendo o termo animal (dietas) utilizado como variável aleatória. Os resultados foram transformados e apresentados em valores reais dos teores de ácidos graxos dentro das diferentes dietas.

Todos os resultados obtidos são reportados como médias dos quadrados mínimos e separados pela menor diferença significativa (Least Significat Difference - LSD) de acordo com a dieta. Para todas as análises, a significância foi estabelecida em $P \leq 0,05$, foi considerado tendência com o valor de $P < 0,10$.

3. Resultados e discussão

3.1. Qualidade física da carne

A maior ingestão de carboidratos não fibrosos está relacionada à síntese de glicogênio e ao valor do pH da carcaça (POSO; POULANNE, 2005). Apesar das dietas com a palma forrageira ter maior teor de carboidratos não fibrosos, não houve diferença ($P > 0,05$) para os valores de pH da carne, com média de 5,90. No entanto, todos os valores de pH deste estudo estão dentro da faixa de 5,5 a 6,0, para carne de caprinos (SAÑUDO, 2008), valores elevados de pH na carne de caprinos são comuns na literatura (WEBB et al., 2005), possivelmente pelo efeito do genótipo no comportamento animal, que predispõe a produzir carne com pH alto (ALBERTÍ et al., 2017; HOPKINS; FOGARTY, 1998). Resultado de pH deste estudo foi menor (Tabela 3) ao observado por Atti, Mahouachi e Rouissi (2006), com valor de 6,18 a 6,48 para o pH na carne de cabritos que receberam cladódios de palma forrageira *ad libitum*.

A capacidade de retenção de água e a perda de peso por cozimento da carne não foram influenciadas pelas dietas ($P > 0,05$), apresentaram média de 78,58 e 30%, respectivamente (Tabela 3). Essas variáveis são positivamente correlacionadas com o pH (ABREU et al., 2019), que nesse estudo não diferiu entre as dietas estudadas refletindo nos resultados de capacidade de retenção de água e perda de peso por cozimento.

O resultado encontrado para a perda de peso por cozimento está de acordo com o valor citado na literatura (35%) para carne de cabritos (DHANDA et al, 1999). E

corroboram com outros autores que estudaram a inclusão da palma forrageira na dieta de cabritos e não observaram diferença para a perda de peso por cozimento da carne com média de 18,3 % na carne dos animais alimentados com 300 g de palma forrageira (ABIDI et al., 2009) e 28,33 % na carne dos cabritos alimentados com 100 g de palma forrageira (OLIVEIRA et al., 2019).

Para o valor de força de cisalhamento na carne dos animais, houve tendência ($P < 0,10$) com média de 71,55 N, sendo os valores encontrados inferiores ao resultado encontrados no *Longissimus Dorsi* de caprinos 129,94 N (BORGES et al., 2006), e semelhante ao resultado encontrado na carne de caprinos (72,76 N) no semiárido (SEN et al., 2004). A carne com força de cisalhamento acima de 98 N é classificada como pouco macia e de baixa aceitação, entre 78 a 98 N é de maciez moderada e considerada aceitável e abaixo de 68 N como macia de alta aceitação (BICKERSTAFFE et al., 1997; MONTE et al., 2007; WEBB et al., 2005). A média de força de cisalhamento encontrada para as carnes dos animais recebendo dieta controle ficou dentro da faixa de maciez média (78 a 98 N) enquanto a média de força de cisalhamento para as carnes dos caprinos nos níveis 25% e 55% de inclusão da palma forrageira foram classificadas como carne macia, com valor inferior a 68 N.

Os parâmetros de cor da carne não foram influenciados pela dieta ($P > 0,05$), a palma forrageira contém 29 μg de carotenóides / 100 g de cladódios (GREGORY; FELKER, 1992; JARAMILLO-FLORES et al., 2003), a inclusão de 25 e 55% de palma forrageira não foi suficiente para influenciar a intensidade de amarelo (Tabela 3), provavelmente porque todas dietas continham ingredientes com pigmentantes, a dieta controle consistia de 80% de feno de Tifton-85, que também contém carotenóides como a luteína (CALDERÓN et al., 2007). Segundo Abreu et al. (2019), o teor de luminosidade é correlacionado positivamente com a capacidade de retenção de água. Contudo, o teor de capacidade de retenção de água foi similar ($P > 0,05$) e por tanto, não modificou o valor de luminosidade da carne dos cabritos ($P > 0,05$) com média de 41,68.

O ângulo de tonalidade e o índice de saturação da carne não apresentaram diferença ($P > 0,05$) entre as dietas, com média de 21,43 na carne dos animais. Para o ângulo de tonalidade, quanto mais próximo de 0° mais vermelho é a cor, e quanto mais próximo de 90° mais amarelo é a cor da carne e o índice de saturação indica a intensidade da cor (AMSA, 2012). Valores elevados de ângulo de tonalidade somado a valores baixos de índice de saturação, resulta em carne com coloração marrom devido a oxidação da mioglobina (JACOB; PETHICK, 2014). Para o consumidor a coloração marrom na carne

é indesejável pois remete ao produto de baixa qualidade. No presente estudo não foi observado coloração marrom, indicando que não houve oxidação da mioglobina.

Tabela 3.

Qualidade física do músculo *Longissimus lumborum* de caprinos alimentados com palma forrageira em substituição ao feno de Tifton-85

Parâmetros de qualidade física	Dietas ¹			EPM ²	Valor P
	Controle	25%	55%		
pH	5,97	5,87	5,95	0,06	0,26
Perdas de peso por cozimento (%)	29,71	32,31	29,31	2,19	0,35
Capacidade de retenção de água (%)	80,67	77,91	77,17	0,86	0,24
Força de cisalhamento (N) ³	85,41 a	63,44 b	65,80 b	0,73	0,08
Luminosidade	42,14	42,27	40,63	1,59	0,53
Intensidade de vermelho	19,72	19,83	20,05	0,88	0,93
Intensidade de amarelo	7,88	8,12	7,56	0,90	0,82
Ângulo de tonalidade	21,56	22,22	20,51	2,20	0,74
Índice de saturação	21,30	21,47	21,52	0,98	0,97

¹Controle: 80% de feno de Tifton-85 e 20% de concentrado; 25%: 55% de feno de Tifton-85, 25% de palma forrageira e 20% concentrado; 55%: 25% de feno de Tifton-85, 55% de palma forrageira e 20% de concentrado. ²EPM = Erro padrão da média. ³N: Newton. Valores seguidos por letras distintas na mesma linha diferem significativamente entre si.

3.2. Composição química

O teor de umidade normalmente é inversamente proporcional com a quantidade de lipídeos no tecido muscular, onde o aumento da gordura diminui o teor de umidade na carne (OKEUDO; MUSGO, 2005). Contudo, observamos que a carne dos animais que

receberam a dieta com 25 e 55% de palma forrageira teve menor ($P < 0,05$) conteúdo de lipídeos em comparação com a carne dos animais recebendo dieta controle. E o teor de umidade da carne dos cabritos recebendo 55% de palma forrageira foi menor em comparação com a carne dos animais recebendo dieta controle e 25% de palma forrageira. A carne caprina apresenta baixo teor de lipídeo com distribuição distinta em relação a outras espécies de ruminantes, pois o principal depósito de lipídeos nos caprinos é na cavidade abdominal e não subcutânea nem intramuscular como ocorrem em bovinos e ovinos (MADRUGA, 1999; SOUZA et al., 2020).

Madruga et al. (2005), avaliaram a qualidade de carne de ovinos alimentados com 60% de cladódios de palma forrageira e observaram diminuição no teor de lipídeos na carne. Mahouachi, Atti e Hajji (2012), observaram diminuição na quantidade de lipídeos de 142 para 101 g/kg para a carne de cabritos alimentados com palma forrageira. Esses resultados corroboram com o presente estudo (Tabela 4), e indica que a palma forrageira influenciou o teor de lipídeos na carne de caprinos, essa é uma característica que pode favorecer o consumidor que prioriza o consumo de proteína com baixo teor de lipídeos.

O teor médio de matéria mineral e proteínas da carne de caprinos apresentou média de 1,15 e 20,48% e não foram influenciados ($P > 0,05$) pelas dietas estudadas. Atti, Mahouachi e Rouissi (2006), verificaram que o teor de matéria mineral e proteínas na carne dos cabritos alimentados com cladódios de palma forrageira *ad libitum*, não variou com relação a carne dos caprinos que não consumiram a palma forrageira, corroborando com o presente estudo (Tabela 4). Além disso, o teor de matéria mineral e proteínas estão de acordo com os valores citados para a carne de caprinos, entre 0,95 a 3,4% e 4,4 a 21,2%, respectivamente (WEBB et al, 2005).

Tabela 4.

Composição química do músculo *Longissimus lumborum* de caprinos alimentados com palma forrageira em substituição ao feno de Tifton-85

Composição química (%)	Níveis ¹			EPM ²	Valor P
	Controle	25%	55%		
Umidade	77,57 a	76,33 ab	76,11 b	0,41	0,0052

Proteínas	20,43	20,68	20,33	0,43	0,71
Lipídeos	1,56 a	1,33 b	1,26 c	0,04	0,001
Matéria mineral	1,16	1,14	1,17	0,02	0,57

¹Controle: 80% de feno de Tifton-85 e 20% de concentrado; 25%: 55% de feno de Tifton-85, 25% de palma forrageira e 20% concentrado; 55%: 25% de feno de Tifton-85, 55% de palma forrageira e 20% de concentrado.²EPM = Erro padrão da média. Valores seguidos por letras distintas na mesma linha diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

3.3. Perfil de ácidos graxos

Nesse estudo o teor de ácidos graxos saturados totais na carne de caprinos não apresentaram diferença ($P > 0,05$) entre as dietas estudadas. No entanto, os ácidos graxos saturados C8:0, C13, C15 e C24:0 diminuíram ($P < 0,05$) na carne dos animais alimentados com 55% de palma forrageira em relação a carne dos animais do controle. O teor de ácidos C10:0, C14:0 e C16:0 aumentaram ($P < 0,05$) na carne dos caprinos alimentadas com 55% de palma forrageira em relação a dieta controle. Possivelmente por esses ácidos graxos ter considerável representação no perfil de ácidos graxos da palma forrageira (Tabela 1).

Os ácidos graxos saturados palmítico (C16:0), láurico (C12:0) e mirístico (C14:0) são os principais responsáveis pelo aumento no nível de colesterol sanguíneo (SCOLLAN et al, 2001). Madruga et al. (2005), relataram que o teor de colesterol na carne de cordeiros alimentados com 60% de cladódios de palma forrageira, foi maior em relação as dietas sem a inclusão da palma forrageira. Ressalta-se que nem todo o ácido saturado aumenta a concentração de colesterol indesejável (WOOD et al., 2003). Dessa forma, consumo de gordura saturada não deve ser completamente eliminado da dieta humana.

O teor dos ácidos graxos monoinsaturados totais na carne dos caprinos diferiu ($P < 0,05$) entre as dietas estudadas (Tabela 5). A carne dos animais alimentados com 55% de palma forrageira apresentou maior teor (52,71 %) de monoinsaturados totais em comparação a carne dos animais alimentados com a dieta controle (37,75 %). Os ácidos graxos monoinsaturados têm sido associados à redução dos riscos de doenças cardiovasculares, pois diminuem as concentrações de lipoproteínas plasmáticas de baixa densidade, responsáveis pelo aumento do colesterol (COSTA et al., 2017).

Os ácidos graxos monoinsaturados comuns na carne de caprinos é o palmitoleico

(C16:1) e oleico (C18:1) (BANSKALIEVA; SAHLU; GOESTSCH, 2000). O teor dos ácidos C14:1, C16:1 e C18:1c1sn9 aumentaram na carne dos animais alimentados com 55% de palma forrageira em relação a carne dos animais do tratamento controle. No presente estudo, ácido graxo C18:1c1sn9 teve maior teor entre os monoinsaturados, sendo considerado um ácido graxo termodinamicamente estável e resistente aos processos oxidativos dos alimentos, o que aumenta a validade de produtos cárneos (SCOLLAN et al., 2001). Na literatura foi observado aumento no teor de C18:1 na carne de ovinos e caprinos alimentados com 300g MS / dia de palma forrageira em substituição a cevada, com média de 32% na carne de ovinos e 43% na carne de caprinos (ABIDI et al., 2009).

Possivelmente a dieta com 55% de palma forrageira, proporcionou maior atividade da enzima $\Delta 9$ -dessaturase. A enzima $\Delta 9$ -dessaturase é responsável pela conversão dos ácidos graxos saturados em seus respectivos ácidos monoinsaturados no tecido muscular (ASADOLLAHI et al., 2017). Além disso, a biohidrogenação é influenciada pelo pH ruminal (BESSA et al., 2000). E dietas ricas em carboidratos não fibrosos podem diminuir o pH do rúmen. Quando o pH ruminal reduz, as bactérias responsáveis pela biohidrogenação diminuem sua atividade o que poderia acarretar em maior produção de ácidos graxos intermediários (SCHMID et al., 2006). A dieta com 55% continha maior teor de carboidratos não fibrosos (455,8 g/MS) e foi a dieta que proporcionou maior teor de monoinsaturados totais na carne dos animais (Tabela 5).

Tabela 5.

Perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus lumborum* de caprinos alimentados com palma forrageira em substituição ao feno de Tifton-85

Ácidos graxos (%)	Níveis ¹			EPM ²	Valor P
	Controle	25%	55%		
Saturados					
C4:0 butírico	0,01	0,01	0,1	0,03	0,15
C6:0 caproico	0,09	0,02	0,08	0,04	0,16
C8:0 caprílico	0,02 a	0,01 ab	0,01 b	0,003	0,02
C10:0 cáprico	0,09 b	0,12 a	0,12 a	0,01	0,05
C11:0 undecanoico	0,02	0,01	0,01	0,006	0,61
C12:0 láurico	0,04	0,05	0,05	0,005	0,68
C13:0 tridecanoico	0,02 a	0,01 b	0,01 b	0,003	0,07

C14:0 mirístico	0,77 b	1,32 ab	1,38 a	0,11	0,001
C15:0 pentadecanoico	0,32 a	0,28 b	0,28 b	0,01	0,08
C16:0 palmítico	21,01 b	23,34 a	22,95 a	0,64	0,05
C17:0 heptadecanoico	1,26	1,17	1,2	0,06	0,59
C18:0 esteárico	13,69	12,53	12,26	0,61	0,26
C20:0 araquídico	0,06	0,05	0,04	0,004	0,61
C21:0 heneicosanoico	0,003	0,005	0,003	0,002	0,74
C22:0 beénico	0,004	0,005	0,009	0,004	0,64
C23:0 tricosanoico	0,006	0,004	0,004	0,002	0,88
C24:0 lignocérico	2,47 a	1,34 ab	0,71 b	0,32	0,005
Saturados totais	40,21	40,36	39,68	0,85	0,84
Monoinsaturados					
C14:1 miristoleico	0,02 b	0,05 ab	0,06 a	0,08	0,003
C15:1 <i>cis</i> -10-pentadecanoico	0,01	0,002	0,008	0,0004	0,26
C16:1 palmitoleico	1,21 b	1,58 ab	1,76 a	0,09	0,002
C17: 1 <i>cis</i> -10-heptadecanoico	0,89	1,01	1,1	0,07	0,18
C18:1 <i>cis</i> n9 oleico	33,16 b	43,35 ab	46,86 a	1,70	0,002
C18:1 <i>trans</i> n9 elaídico	2,29	2,18	2,65	0,25	0,41
C20:1n9 <i>cis</i> -11-eicosenoico	0,13	0,09	0,09	0,01	0,31
C22:1n9 erúcico	0,002	0,004	0,004	0,003	0,66
C24:1 nervônico	0,009	0,002	0,01	0,004	0,13
Monoinsaturados totais	37,75 b	48,32 ab	52,17 a	1,79	0,001
Poli-insaturados					
C18:2 <i>cis</i> n6 linoleico	6,38 a	4,26 ab	2,94 b	0,38	0,001
C18:2 <i>trans</i> n6 linolelaídico	0,06 b	0,07 b	0,40 a	0,13	0,06
C18:3n3 α -linolênico	0,73 a	0,54 ab	0,26 b	0,04	0,001
C18:3n6 γ -linolênico	0,08 a	0,05 ab	0,04 b	0,01	0,05
C20:2 eicosadienoico	0,80	0,43	0,47	0,10	0,08
C20:3n3 eicosatrienoico	0,004	0,01	0,005	0,003	0,55
C20:3n6 eicosatrienoico	0,65 a	0,32 ab	0,21 b	0,08	0,01
C20:4n6 araquidônico	9,71 a	3,77 ab	2,49 b	1,18	0,003

C20:5n3 eicosapentaenoico	2,18 a	1,24 ab	0,47 b	0,78	0,001
C22:2 docosadienoico	0,03	0,09	0,06	0,02	0,32
C22:6n3 docosahexaenoico	0,59 a	0,30 ab	0,03 b	0,13	0,001
Poli-insaturados totais	21,44 a	11,16 ab	6,90 b	2,17	0,001
Insaturados totais	59,72	59,55	60,33	0,88	0,81
Ômega 3	4,16 a	2,93 ab	1,83 b	0,23	0,001
Ômega 6	17,47	8,52	6,07	6,57	0,15
Ômega 6:ômega 3	4,11 a	2,90 ab	3,00 b	0,35	0,08
Monoinsaturados: saturados	0,93 a	1,19 ab	1,32 a	0,05	0,006
Poli-insaturados: saturados	0,53 a	0,28 ab	0,17 b	0,05	0,001

¹Controle: 80% de feno de Tifton-85 e 20% de concentrado; 25%: 55% de feno de Tifton-85, 25% de palma forrageira e 20% concentrado; 55%: 25% de feno de Tifton-85, 55% de palma forrageira e 20% de concentrado.²EPM = Erro padrão da média. Valores seguidos por letras distintas na mesma linha diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os ácidos graxos poli-insaturados são considerados benéficos para a saúde humana, pois são importantes para as células humanas e desempenham funções essenciais no corpo humano (FELDMAN, 2002). No nosso trabalho os ácidos graxos poli-insaturados totais foram afetados negativamente ($P < 0,05$) pela inclusão da palma forrageira na dieta dos animais, com valores na carne de 21,44 % para o controle, 11,11 e 6,90 % para a carne dos animais alimentados com 25 e 55 % de palma forrageira. Os ácidos graxos poli-insaturados de maior concentração ($P < 0,05$) na carne dos animais alimentados com a dieta controle foram C18:2cis6, C20:4n6 e C20:5n3.

No rúmen, os ácidos graxos com insaturação são tóxicos para os microrganismos ruminais, como autodefesa, os microrganismos realizam a biohidrogenação que converte os ácidos graxos insaturados em saturados. As forragens têm alto teor de ácidos graxos poli-insaturados (MEDEIROS; ALBERTINI; MARINO, 2015), e trabalhos *in vitro* concluíram que o aumento do ácido graxo poli-insaturado C18:2 inibe a biohidrogenação do ácido graxo poli-insaturado C18:2 a ácido graxo saturado C18:0 (TROEGELER-MEYNADIER et al., 2003; HONKANEN et al., 2012), possivelmente por inibir o crescimento da bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens* (KIM et al., 2000). Isso poderia ser uma explicação para o maior valor de ácidos graxos poli-insaturados na carne dos animais que

receberam a dieta controle que continham maior nível de feno de Tifton-85 (80 %), proporcionando maior absorção intestinal de ácidos graxos poli-insaturados.

Os ácidos graxos que tiveram maior contribuição para a composição do perfil de ácidos graxos na carne dos animais estudados foram os ácidos saturados palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0); os ácidos graxos monoinsaturados palmitoléico (C16:1) e oleico (C18:1cisn9) e os ácidos graxos poli-insaturados linoleico (C18:2 cis n6), o araquidônico (C20:4n6) e o eicosapentaenoico (C20:5n3) independente da dieta avaliada.

A dieta controle favoreceu aumento no teor de ácidos graxos da família n3 (Tabela 5), que aumentou a concentração de ômega-3 na carne de cabritos alimentados sem a inclusão de palma forrageira ($P < 0,05$). Nesse sentido, os ruminantes apresentam vantagens quanto ao teor de ômega-3, isso se deve ao fato do ácido graxo α -linolênico (C18:3n3) encontra-se em abundância nas forragens (BAUCHART; VÉRITÉ; RÉMOND, 1984). Para o teor de ômega-6 e a razão de ômega-6:ômega-3 na carne dos animais estudados (Tabela 5), houve tendência ($P < 0,10$). A alta razão ômega-6:ômega-3 é associado a alto risco de aterosclerose ou doenças coronárias (GEAY et al., 2001), para essa variável, valores abaixo de 4,0 são desejáveis para prevenção de doenças (DHSS, 1994). No presente estudo, essa razão foi de 4,11 na carne dos animais alimentados com a dieta controle; 2,9 e 3,0 na carne dos animais recebendo dieta com 25 e 55% de palma forrageira, respectivamente. Os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 não podem ser sintetizados pelo organismo humano e, portanto, são considerados como ácidos graxos essenciais (TEITELBAUM; WALKER, 2001; WOOD et al., 2008), sendo necessário à sua inclusão na dieta humana.

As razões monoinsaturadas:saturados foi maior ($P < 0,05$) para a carne dos cabritos recebendo dieta com 55% de palma forrageira, enquanto a razão poli-insaturados:saturados foi maior ($P < 0,05$) para a carne dos animais do controle. No entanto, foi constatado que a suplementação de palma forrageira aumentou a proporção de ácidos graxos poli-insaturados e a razão poli-insaturados:saturados na carne de cabrito (ATTI; MAHOUACHI; ROUISSI, 2006). Nesse estudo, os autores supracitados forneceram aos cabritos cladódios de palma forrageira *ad libitum*. Possivelmente a substituição de 55% de palma forrageira no nosso estudo não foi suficiente para proporcionar aumento no teor de ácidos graxos poli-insaturados.

A proporção poli-insaturados:saturados na dieta humana deve ser de aproximadamente 0,45 para evitar doenças cardíacas e alimentos com proporção abaixo desse valor é considerado indesejáveis (Department of Health and Social Security -

DHSS, 1994). Com isso, a dieta controle proporcionou carne com razão poli-insaturado:saturado melhor para o consumo humano, em relação a dieta com 55% de palma forrageira, a dieta com 25% de palma forrageira não teve diferença ($P>0,05$) para a razão de poli-insaturado:saturado.

4. Conclusões

Nesse estudo a substituição do feno de Tifton-85 por palma forrageira na dieta de cabritos reduziu o teor de lipídeos na carne independente do nível de substituição e aumentou o teor de ácidos graxos monoinsaturados na carne dos animais alimentados com 55% de palma forrageira.

A utilização da palma forrageira na dieta de cabritos, não proporcionou grandes diferenças nos parâmetros de qualidade da carne, sendo recomendada a utilização de 55% em substituição ao feno de Tifton-85.

Referências

ABIDI, S.; BEN SALEM, H.; VASTA, V.; PRIOLO, A. Supplementation with barley or spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) cladodes on digestion, growth and intramuscular fatty acid composition in sheep and goats receiving oaten hay, **Small Ruminant Research**, v.87, p.9-16, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.09.004>

ABREU K. S. F.; VÉRAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A.; MADRUGA, M. S.; MACIEL, M. I. S.; FÉLIX, S. C. R.; VASCOS, C. M.; UBANO, S. A. Quality of meat from sheep fed diets containing spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). **Meat Science**, v.148, p.229-235, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.036>

ALBERTÍ, P.; RIPOLL, G.; ALBERTÍ, C.; PANEA, B. Etude de la couleur des différents types de viande bovine vendus en Espagne. **Viandes & Produits Carnés**. 3:1– 9, 2017.

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION – AMSA. **Meat Color Measurement Guidelines**, p. 135, 2012. <https://meatscience.org/publications-resources/printed-publications/amsa-meat-color-measurement-guidelines>

ANAETO, M.; ADEYEYE, J.; CHIOMA, G.; OLARINMOYE, A.; TAYO, G. Goat products: Meeting the challenges of human health and nutrition. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v.1, p. 1231–1236, 2010. <https://doi.org/10.5251/abjna.2010.1.6.1231.1236>

ARCHANA, P. R.; SEJIAN, V.; RUBAN, W.; BAGATH, M.; KRISHNAN, G.;

- ALEENA, J.; MANJUNATHAREDDY, G. B.; BEENA, V.; BHATTA, R. Comparative assessment of heat stress induced changes in carcass traits, plasma leptin profile and skeletal muscle myostatin and HSP70 gene expression patterns between indigenous Osmanabadi and Salem Black goat breeds. **Meat Science**, v.141, p.66–80, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.015>
- ASADOLLAHI, S.; SARI, M.; ERAFANIMAJD, N.; KIANI, A.; PONNAMPALAM, E. N. Supplementation of sugar beet pulp and roasted canola seed in a concentrate diet altered carcass traits, muscle (*longissimus dorsi*) composition and meat sensory properties of Arabian fattening lambs. **Small Ruminant Research**, v.153, p.95-102, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.05.012>
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC international**. J. AOAC Int., 16 (1995).
- ATTI, N.; MAHOUACHI, M.; ROUISSI, H. The effect of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) supplementation on growth, carcass, meat quality and fatty acid composition of male goat kids. **Meat Science**, v.73, p.229–235, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.11.018>
- BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, v.37, p.255-268, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00128-0](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00128-0)
- BAUCHART, D.; VÉRITÉ, R.; RÉMOND, B. Long-chain fatty acid digestion in lactating cows fed fresh grass from spring to autumn. **Canadian Journal of Animal Science**, v.64, p.330-331, 1984.
- BESSA, R. J. B.; SANTOS SILVA, J.; RIBEIRO, J. M. R.; PORTUGAL, A. V. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Science**, v.63, p.201-211, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00117-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00117-7)
- BICKERSTAFFE, R.; ROUISSI, H.; CHANG, M.W. Consistency of tenderness in new zealand retail meat. In: **INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY**, 43., 1997, Auckland. Anais... Auckland, Nova Zelândia, p.196-197, 1997.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911–917, 1959.
- BORGES, A. S.; ZAPATA, J. F. F.; GARRUTI, D. S.; RODRIGUES, M. C. P.; FREITAS, E. R.; PEREIRA, A. L. F. Medições instrumentais e sensoriais de dureza e suculência na carne caprina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, p.891-896, 2006.
- BRASIL, MINISTÉRIO PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução normativa n. 3; de 17 de janeiro de 2000. **Aprova o regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue** (2000).

CALDERÓN, F.; CHAUVEAU-DURIOT, B. PRADEL, P.; MARTIN, B.; GRAULET, B.; DOREAU, M.; NOZIERE, P. Variations in carotenoids, vitamins A and E, and color in cow's plasma and milk following a shift from hay diet to diets containing increasing levels of carotenoids and vitamin E. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.5651-5664, 2007. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0264>

COSTA, R. G.; ALMEIDA, M. D. A.; CRUZ, G. R. B.; BELTRÃO, E. M. F.; RIBEIRO, N. L.; MADRUGA, M. S.; QUEIROGA, R. C. R. E. The fatty acid profile of fat depots from Santa Inês sheep fed spineless cactus (*Opuntia ficusindica* MILL). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.97, p.4438-4444, 2017. 10.1002/jsfa.8303

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY - DHSS (1994). **Nutritional aspects of cardiovascular disease Report on health and social subjects**, London, n.46, 178 pp., 1994.

DEVENDRA, C. Small ruminants: potential value and contribution to sustainable development, **Outlook on agriculture**, v.23, p.97-103, 1994.

DHANDA, J. S.; TAYLOR, D. G.; MURRAY, P. J.; MCCOSKER, J. E. The influence of goat genotype on the production of capretto and chevon. 2. meat quality. **Meat Science**, v.52, p.363-367, 1999.

FELDMAN E. B. The scientific evidence for a beneficial health relationship between walnuts and coronary heart disease. **Journal of Nutrition**, v.132, p.1062-1101, 2002.

GALVÃO, J. G. B.; JR., SILVA, J. B. A. ; MORAIS, J. H. G.; LIMA, R. N. Cactus in ruminant feeding: culture and use. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, p.78-85, 2014.

GEAY, Y.; BOAUCHART, D.; HOCQUETTE, J.; CULIOLE J. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Ruminant Nutrition and Meat Quality**, v.41, p.1-26, 2001.

GOOGLE MAPS. **Mapas, Sistema de informação geográfica**. Web 2.0, 2005.

GREGORY, R. A.; FELKER, P. Crude protein and phosphorus contents of eight contrasting *Opuntia* forage clones. **Journal of Arid Environment**, v.22, p.323-331, 1992.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advanced Food Research**, v.10, p.335-362, 1960.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practices**, v.22, p.475-457, 1973.

HOLANDA JÚNIOR, E.V. **Sistema de produção de pequenos ruminantes no semiárido do nordeste brasileiro**. Embrapa Caprinos, Sobral, Brasil, 2006.

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v.49, p.447–457, 1998.

<https://doi.org/10.1016/j.indic.2019.100016>

HONKANEN, A. M.; GRIINARI, J. M.; VANHATALO, A.; AHVENJARVI, S.; TOIVONEN, V.; SHINGFIELD, K. J. Characterization of the disappearance and formation of biohydrogenation intermediates during incubations of linoleic acid with rumen fluid in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.1376-1394, 2012.

HOPKINS, D. L.; FOGARTY, N. M. Diverse lamb genotypes. 2. Meat pH, colour and tenderness. **Meat Science**, v.49, p.477- 488, 1998.

<https://doi.org/10.3168/jds.2011-4390>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -IBGE. **Efetivo do rebanho, por tipo de rebanho**, 2019. Disponível em:

<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>. Acessado em 10 dez. 2021.

JACOB, R H.; PETHICK, D. W. Animal factors affecting the meat quality of Australian lamb meat. **Meat Science**, v.96, p.1120-1123, 2014.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.10.039>

JARAMILLO-FLORES, M. E.; GONZALEZ-CRUZ, L.; CORNEJO-MAZON, M.; DORANTES-ALVAREZ, L.; GUTIERREZ-LOPEZ, G. F.; HERNANDEZ-SANCHEZ, H. Effect of thermal treatment on the antioxidant activity and content of carotenoids and phenolic compounds of cactus pear cladodes (*Opuntia ficus-indica*).

Food Science and Technology International, v.9, p.271-278, 2003. 10.1177/108201303036093

KENWARD, M. G.; ROGER, J. H. Small Sample Inference for Fixed Effects from Restricted Maximum Likelihood. **Biometrics**, v.53, p.983-997, 1997.

KIM, Y. J.; LIU, R. H.; BOND, D. R.; RUSSELL, J. B. Effect of linoleic acid concentration on conjugated linoleic acid production by *Butyrivibrio fibrisolvens* A38. **Applied and Environmental Microbiology**, v.66, p.5226-5230, 2000.

10.1128/AEM.66.12.5226-5230.2000

MADRUGA, M. S.; SOUSA, W. H.; ROSALES M. D.; CUNHA, M. G. G.; RAMOS J. L. F. Quality of Santa Ines lamb meat terminated with different diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.309– 315, 2005.

MADRUGA, M. S. Artigo técnico – carne caprina: verdades e mitos a luz da ciência. **Revista Nacional da Carne**, v.264, p.34-40, 1999.

MAHOUACHI, M; ATTI, N; HAJJI, H. Use of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) for dairy goats and growing kids: impacts on milk production kid's grow, and meat quality. **The scientific world journal**, v.2012, p.1-5, 2012. 321567. 10.1100 / 2012/321567

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v.129, p.1189–1200, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8>

MEDEIROS, S. R.; ALBERTINI, T. Z.; MARINO, C. T. Lipídios na nutrição de ruminantes. IN: Medeiros, S. R.; Gomes, R. C.; Bungenstab, D. J. Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações. **Embrapa Gado de Corte-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 178p. 2015.

MELO, A. A. S.; FERREIRA, M. A.; VERÁS, A. S. C.; LIRA, M. A.; LIMA, L. V.; E.; VILELA, M. S.; MELO, E. O. S.; ARAÚJO, P. R. B. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação: I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.727–736, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000300025>

MENDES, V. A.; LIMA, M. A. B.; MORAIS, D. M. F. **Geologia e recursos minerais do estado de Alagoas: texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do estado de Alagoas—escala 1: 250.000**, p. 113, 2013. <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17649>

MONTE, A. L. S.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; GARRUTI, D. S.; ZAPATA, J. F. F.; BORGES, Â. S. Parâmetros físicos e sensoriais de qualidade da carne de cabritos mestiços de diferentes grupos genéticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p.233–238, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200004>

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**, p. 384, 2007.

OKEUDO, N. J.; MUSGO, B. W. Interrelationships amongst carcass and meat quality characteristics of sheep. **Meat Science**, v.69, p.1-8, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.04.011>

OLIVEIRA, F. A.; CARVALHO, G. G. P.; ASSIS, D. Y. C.; OLIVEIRA, R. J. F.; NASCIMENTO, C. O.; TOSTO, M. S. L.; PINA, D. S.; SANTOS, A. V.; RUFINO, L. M. A.; AZEVEDO, J. A. G.; EIRAS, C. E.; CARVALHO, B. M. A. Quantitative and qualitative traits of carcass and meat of goats fed diets with cactus meal replacing corn, **Tropical Animal Health and Production**, v.51, p.589-598, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1733-1>

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M.; SOUZA, H. B. A. Aceitação sensorial e composição centesimal da carne de ovelhas abatidas em diferentes estágios fisiológicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.1053–1059, 2012.

POPHIWA, P.; WEBB, E. C.; FRYLINCK, L. A review of factors affecting goat meat quality and mitigating strategies. **Small Ruminant Research**, v.183, p.1-7, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.106035>

POSO, A. R.; POULANNE, E. Carbohydrate metabolism in meat animals. **Meat science**, v.70, p.423-434, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.12.017>

SAÑUDO, C. A. Calidad de la canal y de la carne ovina y caprina y los gustos de los consumidores. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.143-160, 2008.

- SCHMID, A.; COLLOMB, M.; SIEBER, R.; BEE, G. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: a review. **Meat Science**, v.73, p.29-41, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.10.010>
- SCOLLAN, N. D.; CHOI, N. J.; KURT, E.; FISHER, A. V.; ENSER, M.; WOOD, J. D. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, v.85, p.115–124, 2001.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** 3. ed. Viçosa, MG: UFV, p.235, 2006.
- SILVA, D. K. A.; CORDEIRO, F. S. B.; SILVA, E. C. L.; CARDOSO, D. B.; MAGALHÃES, A. L. R.; MELO, A. A. S.; PEREIRA, K. P.; SILVA, E. T. S. Intake, performance, carcass traits and meat quality of goats grazing in the Caatinga rangeland. **Semina: Ciências Agrárias**, v.41, p.1639-1652, 2020. DOI: 10.5433/1679-0359.2020v41n5p1639
- SOUZA, A. F. N.; ARAÚJO, G. L.; SANTOS, E. M.; AZEVEDO, P. S.; OLIVEIRA, J. S.; PERAZZO, A. F.; PINHO, R. M. A.; ZANINE, A. M. Carcass traits and meat quality of lambs fed with cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) silage and subjected to an intermittent water supply. **Plos One**, v.15, p.1-20, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231191>
- SOUZA, M. F. S.; PASSETTI, L. C. G.; GONÇALVES, T. R.; PASSETTI, R. A. C.; SANTOS, G. R. A. Characterisation of goat product consumers and goat farming systems in the Brazilian Northeast region. **Small Ruminant Research**, v.179, p.7–13, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.08.017>
- TEITELBAUM, J. E.; WALKER, W. A. Review: The role of omega-3 fatty acids in intestinal inflammation. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.12, p.21-32, 2001.
- TROEGELER-MEYNADIER, A.; BRET-BENNIS, L.; ENJALBERT, F. Effects of pH and concentrations of linoleic and linolenic acids on extent and intermediates of ruminal biohydrogenation in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.4054-4063, 2003. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74017-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74017-X)
- TSHABALALA, P. A.; STRYDOM, P. E.; WEBB, E. C.; KOCK, H. L. Meat quality of designated South African indigenous goat and sheep breeds. **Meat Science**, v.65, p. 563–570, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00249-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00249-8)
- VIEIRA, R. M. S. P.; SESTINI, M. F.; TOMASELLA, J.; MARCHEZINI, V.; PEREIRA, G. R.; BARBOSA, A. A.; SANTOS, F. C.; RODRIGUEZ, D. A.; NASCIMENTO, F. R.; SANTANA, M. O.; CAMPELLO, F. C. B.; OMETTO, J. P. H. B. Characterizing spatio-temporal patterns of social vulnerability to droughts, degradation and desertification in the Brazilian northeast. **Environmental and Sustainability Indicators**, v.5, p.1-9, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2019.100016>
- WEBB, E. C.; CASEY, N. H.; SIMELA, L. Goat meat quality. **Small Ruminant Research**, v.60, p.153–166, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.06.009>

WERDI PRATIWI, N. M.; MURRAY, P. J.; TAYLOR, D. G. Feral goats in Australia: A study on the quality and nutritive value of their meat. *Meat science*, v.75, p.168-177, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.06.026>

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I.; WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. *Meat science*, v.78, p.343–358, 2008.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat science*, v.66, p.21–32, 2003.

IMPLICAÇÕES

Nos períodos de déficit hídrico, característico do semiárido nordestino, a produção de alimentos volumosos é diretamente afetada comprometendo a produção animal. Nessa região os produtores precisam investir seu capital em matéria prima, como o feno e concentrado para suprir as necessidades nutricionais dos animais principalmente nos períodos críticos. Nesse contexto, o estudo de plantas forrageiras alternativas que se adaptam às condições edafoclimáticas dos locais áridos e semiáridos, é de suma importância melhorar o sistema de produção e para contribuir com o aporte nutricional requerido pelos animais dessas regiões. Assim, o presente estudo trará contribuições para os produtores de caprinos, pesquisadores e estudantes da área de pequenos ruminantes.

O uso de alimentos alternativos na nutrição animal deve ser estudado em diferentes variáveis, para conhecermos as condições de uso e como esse ingrediente irá modificar o produto final, principalmente nos caprinos que são maioria nas regiões áridas e semiáridas, porém pouco se tem estudado sobre esses animais. Desse modo, novos experimentos avaliando a inclusão de maiores níveis de palma forrageira na dieta sobre a qualidade de carne de caprinos deve ser realizado com a hipótese de que a palma forrageira por apresentar alto teor de carboidratos não fibrosos, proporcione melhorias na qualidade de carne dos animais.

Torna-se interessante a investigação da utilização de palma forrageira em diferentes raças caprinas, principalmente nas nativas que compõe a maioria do rebanho caprino do Nordeste, com diferentes categorias de caprinos, pois a idade do animal pode influenciar a composição e maciez da carne. Além disso, como a palma forrageira tem 90% de água em sua composição, vários estudos relatam que a oferta dessa planta diminui o consumo de água do bebedouro pelos animais, porém ainda é escassa informações de

qualidade de carne para os caprinos recebendo palma forrageira como fonte parcial de água. Com isso, seria pertinente investigações com a utilização da palma forrageira como fonte de água parcial sobre a qualidade de carne dos caprinos.