



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

BEATRIZ SANTANA CARVALHO DE CASTRO

QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS
COM UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA
MICROENCAPSULADA COM CERA DE CARNAÚBA.

UFBA

SALVADOR

2024





BEATRIZ SANTANA CARVALHO DE CASTRO

**QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS
COM UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA
MICROENCAPSULADA COM CERA DE CARNAÚBA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (PGAli) da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira

Orientador

Dr. Pedro Henrique Soares Mazza

Coorientador

UFBA

SALVADOR

2024

Dados internacionais de catalogação-na-publicação
(SIBI/UFBA/Biblioteca Universitária Reitor Macedo Costa)

Castro, Beatriz Santana Carvalho de.

Qualidade da carne de cordeiros alimentados com ureia de liberação lenta microencapsulada com cera de carnaúba / Beatriz Santana Carvalho de Castro. - 2024.

78 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira.

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Soares Mazza.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Salvador, 2024.

1. Alimentos. 2. Alimentos - Avaliação sensorial. 3. Alimentos - Qualidade. 4. Carne ovina - Qualidade. 5. Cordeiros - Alimentação e rações. 6. Ureia como ração. I. Oliveira, Ronaldo Lopes. II. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Farmácia. III. Título.

CDD - 664.9

CDU - 664.91

TERMO DE APROVAÇÃO

BEATRIZ SANTANA CARVALHO DE CASTRO

QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA MICROENCAPSULADA COM CERA DE CARNAÚBA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (nível Mestrado Acadêmico) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Aprovada em 17 de dezembro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **RONALDO LOPES OLIVEIRA**
Data: 07/02/2025 15:38:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. RONALDO LOPES OLIVEIRA (ORIENTADOR)
Universidade Federal da Bahia (UFBA, BA)

Documento assinado digitalmente
 **CAROLINA OLIVEIRA DE SOUZA**
Data: 07/02/2025 15:54:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr^a. CAROLINA OLIVEIRA DE SOUZA (EXAMINADORA)
Universidade Federal da Bahia (UFBA, BA)

Documento assinado digitalmente
 **ANALÍVIA MARTINS BARBOSA**
Data: 07/02/2025 15:33:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr^a. ANALÍVIA MARTINS BARBOSA (EXAMINADORA)
Universidade Federal da Bahia (UFBA, BA)

Dedico este trabalho,

In memoriam a meu amado avô Israel Santana que foi e sempre será meu exemplo de força e equilíbrio. Me fazendo, todos os dias, transformar a saudade em combustível para conquistar os meus objetivos, levando comigo todos seus ensinamentos.

E aos meus queridos avós Irenalva, Renato e Rosvanda por dedicarem a mim tanto amor, carinho e boas vibrações, além de me conceder exemplos de bondade, generosidade, honestidade e dedicação que me fazem trilhar todos os dias o caminho do bem.

Meus agradecimentos,

À Deus pela minha vida e por me suprir de toda a força necessária para enfrentar os desafios, me abastecendo de fé e esperança.

Aos meus pais André Luis e Verônica por serem meu alicerce, me dando a certeza que sempre terei com quem contar, por todo cuidado, educação e esforço para garantir o melhor na minha vida e por me ensinarem a importância do estudo e da persistência.

Ao meu esposo Deivide Castro por viver os meus sonhos junto comigo, vibrando pelas minhas conquistas e me fazendo reconhecer o melhor que existe em mim com cuidado, amor e respeito. A todos os meus familiares e amigos, por torcerem por mim com tanto carinho, em especial à minha irmã Natália Santana, por me auxiliar em muitos momentos durante este período.

Ao professor Dr. Ronaldo Oliveira pela orientação e confiança para a realização deste trabalho. Aos Pós doutorandos Pedro, Jasiel, Carol e Salmo, aos alunos da iniciação científica, à todos os integrantes do Grupo de Estudos em Nutrição de Ruminantes (GENRU) e do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Cadeia Produtiva da Carne (INCT-Carne) pelas valiosas contribuições nesta pesquisa, destacando minha gratidão em especial à Melissa pelo companheirismo, generosidade e união durante toda esta trajetória, à Mariléa pelo acolhimento e ensinamentos compartilhados, à Camila, Júlia, Maria Antônia, Arthur e Otávio por tornarem esta jornada mais leve e por toda dedicação e trabalho em equipe;

À professora Dr^a. Carolina e toda a equipe do Laboratório de Pesquisa em Cromatografia Aplicada pelo acolhimento, ensinamentos, vivências e por todo o suporte fornecido;

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos pela oportunidade de aprimoramento profissional;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento parcial do projeto (nº do processo: 406734/2022-4);

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela bolsa de estudos concedida (nº do processo: BOL2237/2022).

RESUMO

A alimentação de ruminantes pode influenciar na qualidade da carne, textura, cor, sabor, além de outros fatores. Em benefício de uma melhor nutrição animal, a ureia microencapsulada é utilizada na substituição de proteína verdadeira e da ureia livre, promovendo menores riscos de intoxicação animal. A microencapsulação realizada com a cera de carnaúba é vista como um método eficaz para promover a liberação lenta da ureia. Ao incluir a ureia de liberação lenta na dieta de ruminantes é possível aumentar a eficiência de retenção do nitrogênio, além de provocar alterações na composição e características da carne. Assim, objetivou-se avaliar a qualidade da carne proveniente de cordeiros confinados e alimentados com ureia microencapsulada com cera de carnaúba verificando os efeitos da dieta animal na qualidade físico-química e nos atributos sensoriais da carne. Foram avaliadas as carnes de 50 ovinos mestiços, machos, não castrados, devidamente identificados, vacinados e vermifugados, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco níveis de inclusão de ureia (4,0 g de ureia livre e 10; 20; 30 e 40 g de ureia microencapsulada, com base na matéria seca total) e dez unidades experimentais (animais) por tratamento, em um período experimental de 91 dias. Os animais utilizados foram abatidos em frigorífico comercial inspecionado, sendo posteriormente realizadas as avaliações. A utilização de ureia microencapsulada promoveu a redução linear da perda por cocção ($P=0,0005$), do teor de cinzas da carne ($P=0,04$) e do ácido graxo 17:1 ($P=0,031$), além do aumento linear nos ácidos graxos 14:0 ($P=0,002$), 14:1 ($P=0,005$) e 18:2T ($P=0,04$). Foram verificados também comportamentos quadráticos da umidade ($P<0,05$) e dos ácidos graxos 10:0 ($P=0,004$), 14:0 ($P=0,008$), 15:0 ($P=0,009$), 14:1 ($P=0,008$) e 16:1 ($P=0,009$), além de uma diferença na suculência ($P=0,01$) e nos ácidos graxos 10:0 ($P=0,006$), 15:0 ($P=0,028$) e 16:1 ($P=0,019$) entre os tratamentos contendo ureia livre (4,0 g) e ureia microencapsulada (10 g) conforme contraste estatístico realizado. Não foram identificadas diferenças significativas ($P>0,05$) para pH, força de cisalhamento, capacidade de retenção de água, índices de cor (L^*), (a^*), (b^*), (c^*) e (H^*), proteína, gordura e atributos sensoriais da carne, sabor, odor, aparência e aceitação global. A utilização de ureia microencapsulada com cera de carnaúba na alimentação de cordeiros em confinamento, demonstrou-se viável em níveis de até 40,0 g sem comprometer a qualidade da carne.

Palavras-chave: *Análise sensorial. Ovinos. Composição físico-química. Controle de qualidade. Ruminantes.*

ABSTRACT

The diet of ruminants can influence meat quality, fat thickness, texture, color, flavor, and other factors. In order to improve animal nutrition, microencapsulated urea is used to replace true protein and free urea, promoting lower risks of animal poisoning. Microencapsulation using carnauba wax is seen as an effective method to promote the slow release of urea. By including slow-release urea in the diet of ruminants, it is possible to increase the efficiency of nitrogen retention, in addition to causing changes in the composition and characteristics of the meat. Thus, the objective of this study was to evaluate the quality of meat from confined lambs fed microencapsulated urea with carnauba wax, verifying the effects of the animal's diet on the physicochemical quality and sensory attributes of the meat. The meat of 50 crossbred, male, uncastrated sheep, duly identified, vaccinated and dewormed, distributed in a completely randomized design with five levels of urea inclusion (4.0 g of free urea and 10; 20; 30 and 40 g of microencapsulated urea, based on total dry matter) and ten experimental units (animals) per treatment, in an experimental period of 91 days, was evaluated. The animals used were slaughtered in an inspected commercial slaughterhouse, and the evaluations were subsequently carried out. The inclusion of microencapsulated urea promoted a linear reduction in cooking loss ($P=0.0005$), meat ash content ($P=0.04$) and 17:1 fatty acid ($P=0.031$), in addition to a linear increase in 14:0 ($P=0.002$), 14:1 ($P=0.005$) and 18:2T ($P=0.04$) fatty acids. Quadratic behaviors of moisture ($P<0.05$) and fatty acids 10:0 ($P=0.004$), 14:0 ($P=0.008$), 15:0 ($P=0.009$), 14:1 ($P=0.008$) and 16:1 ($P=0.009$) were also verified, in addition to a difference in juiciness ($P=0.01$) and fatty acids 10:0 ($P=0.006$), 15:0 ($P=0.028$) and 16:1 ($P=0.019$) between treatments containing free urea (4.0 g) and microencapsulated urea (10 g) according to the statistical contrast performed. No significant differences ($P>0.05$) were identified for pH, subcutaneous fat thickness, shear force, water retention capacity, color indices (L^*), (a^*), (b^*), (c^*) and (H^*), crude protein, fat and sensory attributes of meat, flavor, odor, appearance and overall acceptance. The use of microencapsulated urea with carnauba wax in the feeding of confined lambs proved to be viable at levels of up to 40.0 g without compromising meat quality.

Keywords: *Sensory analysis. Sheep. Physicochemical composition. Quality control. Ruminants.*

LISTA DE TABELAS

<i>Dissertação – Qualidade da Carne de Cordeiros Alimentados com Ureia de Liberação Lenta Microencapsulada com Cera de Carnaúba.....</i>	08
Tabela 1 Composição da carne de cordeiros.....	24
Tabela 2 Parâmetros de qualidade da carne de cordeiro.....	29
Tabela 3 Composição química dos ingredientes da dieta experimental.....	32
Tabela 4 Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais de acordo com os níveis de inclusão da ureia livre e microencapsulada em cera de carnaúba.....	32
<i>Manuscrito: Características físico-químicas e perfil sensorial da carne de cordeiro alimentada com ureia microencapsulada em cera de carnaúba.....</i>	40
Tabela 1 Composição química dos ingredientes da dieta experimental.....	46
Tabela 2 Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais de acordo com os níveis de inclusão da ureia livre e microencapsulada em cera de carnaúba.....	47
Tabela 3 Composição físico-química do músculo <i>Longissimus lumborum</i> da carne de cordeiros alimentado com ureia microencapsulada com cera de carnaúba.....	53
Tabela 4 Atributos sensoriais avaliados na análise sensorial da carne de cordeiros alimentados com ureia microencapsulada em cera de carnaúba.....	54
Tabela 5 Composição de ácidos graxos (g/100g) do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros alimentados com ureia microencapsulada em cera de carnaúba.....	55
Tabela 6 Somas de grupos de ácidos graxos (g/100g) do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros alimentados com ureia microencapsulada em cera de carnaúba.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMSA	American Meat Science Association
AOAC	Associação de Químicos Analíticos Oficiais
CEP/FAR	Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Farmácia
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CLA	Ácido Linoleico Conjugado
CONCEA	Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CRA	Capacidade de Retenção de Água
DHA	Ácido Docosahexaenoico
EE	Extrato Etéreo
EPA	Ácido Eicosapentaenóico
EPM	Erro Padrão da Média
FAO	Food And Agriculture Organization
FC	Força de Cisalhamento
FDN	Fibra em Detergente Neutro
GMD	Ganho Médio Diário
LAPESCA	Laboratório de Pesquisa em Cromatografia Aplicada
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria Seca
NRC	National Research Council
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
PB	Proteína Bruta
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto
PIDA	Proteína Insolúvel em Detergente Ácido

PIDN	Proteína Insolúvel em Detergente Neutro
PPC	Perda de Peso por Cocção
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SEPC	Substrato Exaurido da Produção de Cogumelos
SRD	Sem Raça Definida
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento

SUMÁRIO

<i>Dissertação – Qualidade da Carne de Cordeiros Alimentados com Ureia de Liberação Lenta Microencapsulada com Cera de Carnaúba.....</i>		08
1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
5	RESULTADOS.....	39
5.1	Manuscrito:Características físico-químicas e perfil sensorial da carne de cordeiro alimentada com ureia microencapsulada em cera de carnaúba.....	40
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
	REFERÊNCIAS.....	70
	ANEXOS.....	76
	PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA.....	78

1 INTRODUÇÃO

A carne de ovino é avaliada como uma alternativa para o mercado consumidor que se torna cada vez mais exigente na escolha de alimentos que favoreçam a saúde, sendo considerada uma carne magra pelo baixo teor de gordura apresentado (Lucena C. *et al.*, 2018). Com a projeção realizada em 2022 pela Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) do aumento na produção e consumo de carnes no mundo até o ano de 2031, espera-se que a ovinocultura de corte seja estimulada a integrar mais ativamente o mercado da carne.

Dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2023) revelam um aumento de 5,4% na produção da pecuária em relação ao ano de 2022, atingindo o valor produzido de R\$122,4 bilhões. Em 2023 foi registrado um crescimento de rebanho efetivo de ovinos de 1,3% representando um total de 21,8 milhões de animais.

A carne de ovinos, embora faça parte do cardápio cultural de vários estados brasileiros, pode se tornar uma alternativa proteica para as refeições de uma parcela maior da população, menos acostumada com esse tipo de produto. Para que isto aconteça é necessário intensificar a criação animal, cuidando do manejo nutricional, das condições de abate e na realização dos cortes, agregando mais valor a este alimento (Viana *et al.*, 2015).

Os nutrientes sintetizados para a produção da carne derivam dos substratos que foram fornecidos na alimentação do ruminante. O manejo alimentar dos animais é um dos fatores que influenciam a composição da carne e seus aspectos qualitativos por meio das reações químicas e bromatológicas que ocorrem durante a digestão (Bomfim *et al.*, 2008).

A ureia é um componente utilizado no manejo alimentar para garantir uma fonte maior de proteína para o ruminante, sem promover prejuízos financeiros da produção, com menor custo quando comparado a outros ingredientes, como a soja

(Souza *et al.*, 2008). Entretanto, sua utilização é limitada pela sua toxicidade que gera riscos à saúde animal (Medeiros *et al.*, 2019).

A ureia é capaz de provocar a intoxicação animal por ser rapidamente hidrolisada após a sua ingestão, provocando no fígado e na corrente sanguínea excedentes de amônia que podem ocasionar a morte do animal (Medeiros *et al.*, 2019). Desta forma, visando minimizar os riscos à saúde animal, beneficiar o aproveitamento de nutrientes e promover um melhor desenvolvimento animal, a ureia pode passar pelo processo de microencapsulação que irá promover a sua liberação lenta no ambiente ruminal (Lucena K. *et al.*, 2024).

A microencapsulação é uma técnica que promove a proteção de partículas pequenas através de alguma matriz protetora. Este revestimento, através de uma matriz encapsulante hidrofóbica, garante maior estabilidade e controle do componente revestido (Silva *et al.*, 2023). Estudos demonstram que a utilização de ureia microencapsulada, empregada com a presença da cera de carnaúba como agente encapsulante, pode ser uma alternativa eficaz, promovendo a liberação lenta da ureia (Carvalho *et al.*, 2019).

A inclusão da ureia na alimentação de ruminantes irá influenciar no teor de proteína da dieta, que por sua vez pode afetar nas características e composição da carne, provocando alterações principalmente nas deposições de tecido muscular e gordura, nos atributos sensoriais e consequentemente na qualidade da carne (Rozanski *et al.*, 2017). Estudos que investigam os efeitos da utilização da ureia na qualidade da carne ainda são escassos. O que confirma a necessidade da realização de mais pesquisas que avaliem estes aspectos.

Considerando os possíveis efeitos da nutrição animal na qualidade da carne, foi hipotetizado que a utilização da ureia de liberação lenta microencapsulada com cera de carnaúba na alimentação de cordeiros, pode influenciar na qualidade da carne melhorando as características físico-químicas e os aspectos sensoriais, do ponto de vista do consumidor. Este estudo visou avaliar a qualidade da carne de cordeiros alimentados com ureia microencapsulada com cera de carnaúba, utilizando as variáveis composição físico-química e os atributos sensoriais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Avaliar a qualidade da carne de cordeiros alimentados com ureia de liberação lenta microencapsulada com cera de carnaúba.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar se a utilização da ureia microencapsulada com cera de carnaúba na alimentação de cordeiros gera algum impacto sobre a qualidade da carne;
- Determinar a capacidade de retenção, perda por cocção, força de cisalhamento, cor, pH, ácidos graxos e os teores de umidade, matéria mineral, proteína e lipídio da carne;
- Avaliar os atributos de sabor, aparência, suculência, odor e características gerais de aceitação da carne de cordeiros do ponto de vista do consumidor, utilizando o método de avaliação de escala hedônica estruturada, com provadores não treinados.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Nutrição Animal para a Qualidade da Carne.

O manejo alimentar é imprescindível para o bom desenvolvimento animal. A escolha de uma alimentação que supra as necessidades nutricionais, é essencial para evitar o aparecimento de doenças ou até mesmo a morte. Além desses aspectos, a nutrição equilibrada e eficiente com qualidade e quantidade ideais está diretamente relacionada com a produção de carnes de qualidade (Oliveira *et al.*, 2011).

As características de uma carne de qualidade são influenciadas pela oferta de uma dieta balanceada aos animais (Costa *et al.*, 2005). Deste modo, qualquer variação realizada na dieta, principalmente através de diferentes fontes e proporções de volumosos e concentrados, pode provocar possíveis variações no perfil de nutrientes do sistema alimentar, afetando diretamente a composição da carne (Bomfim *et al.*, 2008).

Alterações no sistema alimentar podem provocar variações no fornecimento energético e no teor de proteína disponíveis na dieta, por exemplo (Knapik; Ropka-molik; Pieszka, 2017). Essas variações são capazes de provocar alterações na deposição de gordura e músculo, parâmetros que são decisivos para definir se uma carne é magra ou não e que estão diretamente relacionados às características sensoriais e de aceitação da carne (Chacko Kaitholil *et al.*, 2024).

Zervas e Tsiplakou (2011) explicam que, apesar de ser possível que as matérias-primas que compõem a dieta afetem a qualidade do produto final, de modo geral não demonstram ser uma causa importante de variações sobre a qualidade da carne e que quando acusam efeitos, estes estão relacionados ao sabor e odor da carne. No entanto, aplicações de pesquisas são essenciais para confirmar a relação da nutrição animal e suas consequências sobre a qualidade da carne.

A nutrição de ruminantes é facilitada por possuírem um aparelho digestivo com uma estrutura que permite sua adaptação a diversos ambientes e o aproveitamento de alimentos com alto teor de fibra, ampliando as possibilidades em avaliar diferentes substratos na aplicação da dieta destes animais (Pinedo *et al.*,

2008). Esta característica é uma vantagem, promovendo maior variedade de ingredientes que podem ser testados para integrar a dieta destes animais, visando a otimização do sistema alimentar e da produção de carne.

3.2 Utilização da Ureia na Alimentação de Ruminantes

Os ampliados custos de produção, estimulam a busca por alternativas que substituam as fontes de proteína verdadeira e que consigam atingir a necessidade de nitrogênio pelos microrganismos ruminais (Medeiros *et al.*, 2019). Garantir que a quantidade de proteína necessária, para promover um bom desenvolvimento animal, seja atingida através de alimentos naturais é algo custoso. Deste modo, a substituição por ureia é uma opção atrativa para os produtores, devido seu baixo custo de aquisição (Cherdthong; Wanapat, 2010).

Os ruminantes transformam o nitrogênio proveniente da proteína e de compostos nitrogenados não proteicos, como a ureia, em proteínas com elevado valor biológico (Knaus *et al.*, 2001). Considerando essa capacidade ruminal, Geron *et al.* (2018) descrevem que a ureia pode ser utilizada na nutrição de ruminantes, para esta substituição, elevando a quantidade de proteína bruta da dieta e reduzindo os custos.

Ao chegar no ambiente ruminal, a ureia é convertida em amônia que é utilizada pelos microrganismos presentes no rúmen para a síntese proteica. No entanto, devido a rapidez que ocorre a hidrólise da ureia, parcela da amônia acaba escapando do ambiente ruminal antes mesmo de ser utilizada pelos microrganismos. A velocidade em que a hidrólise acontece acaba sendo um limitante para a utilização da ureia, já que para garantir a eficiência do seu aproveitamento é necessária uma exata sincronia entre a liberação de amônia e a disponibilidade de energia para síntese de proteína microbiana, fornecida pelos carboidratos fermentáveis (Cherdthong; Wanapat, 2010).

Ademais, ao realizar a suplementação com ureia, é necessário o cuidado com a quantidade proteica oferecida na dieta, pois ela pode interferir na conversão do nitrogênio não proteico e na utilização da amônia no rúmen. O fornecimento de ureia deve ser realizado de forma fracionada, evitando o acúmulo na concentração de

amônia e sua absorção acima do necessário, pelo processamento que acontece no fígado, a fim de impedir a intoxicação que pode levar ao óbito (Pereira *et al.*, 2008).

A perda de animais, devido a gravidade provocada ao organismo animal, e o aumento de contaminação ambiental provocado pelo nitrogênio excretado na urina, podem representar prejuízos financeiros aos produtores, que almejam reduzir os custos do sistema de criação (Alves *et al.*, 2012). Os produtores sempre estão atentos e em busca de estratégias que tragam vantagens econômicas, entretanto que não tragam resultados negativos a sua produção e por este motivo pesquisas que envolvem a nutrição animal são constantes (Cherdthong; Wanapat, 2010).

3.3 Ureia de Liberação Lenta Microencapsulada em Cera de Carnaúba como Alternativa a Ureia Livre

O setor agropecuário constantemente investe em meios de garantir maior produtividade e diminuir os custos de produção, visando ampliar os lucros e reduzir a competitividade de mercado. Desenvolver produtos que possibilitem o controle para a liberação de nitrogênio não proteico e o melhoramento da proteína produzida no sistema ruminal é uma boa alternativa para promover um desenvolvimento equilibrado dos animais (Cardoso *et al.*, 2019).

Com o encapsulamento da ureia é possível permitir que o nitrogênio seja liberado de forma lenta e, conseqüentemente, utilizado de forma mais gradativa pelo rúmen, reduzindo os riscos de intoxicação (Alves *et al.*, 2014). A tecnologia de microencapsulamento de alimentos surgiu como uma alternativa interessante na nutrição de ruminantes, para promover uma maior sincronia do percentual de aminoácidos essenciais degradados no rúmen, permitindo que esses compostos sejam transportados para o intestino delgado e diminuindo a diferença entre a quantidade que chega ao intestino e a que é fornecida na dieta (Nedovica *et al.*, 2011).

Essa tecnologia consiste em preservar um componente desejado através de uma matriz encapsulante, para que ele seja liberado de forma lenta. O material da matriz deve ser definido através da sua eficiência de proteção, impedindo que ocorram interações prejudiciais ao componente que está sendo encapsulado, a

saúde do animal e ao aproveitamento ruminal. Essa escolha é essencial para garantir a viabilidade da técnica de microencapsulamento (Dhakal; He, 2020).

Ao utilizar variados polímeros no microencapsulamento, são apresentados alguns fatores limitantes em seu processamento, como os custos de produção elevados, as fases de fabricação complexas e consequentemente longo período de produção. Medeiros *et al.* (2019) avaliam a realização da microencapsulação em matrizes lipídicas como uma alternativa eficiente para minimizar os custos e tornar os processos de produção mais simples, além de apresentar características que promovem maior resistência, limitando a ação microbiana e regulando a liberação no rúmen da amônia.

As ceras são consideradas matrizes lipídicas interessantes para o processo de encapsulação, pois são eficientes e impermeabilizantes. Em comparação realizada entre três matrizes lipídicas, divididas entre gordura vegetal de baixo teor de trans, cera de abelha e cera de carnaúba, as ceras demonstraram um rendimento mais elevado no revestimento da ureia, alcançando valores acima de 90%, enquanto a gordura vegetal apresentou o rendimento de 85,5% (Lucena *et al.*, 2024).

Apesar de verificar viabilidade no processo de microencapsulação tanto na cera de abelha, quanto na de carnaúba, Da Silva *et al.* (2023) relatam que a cera de carnaúba demonstra melhores parâmetros para servir como matriz encapsulante, apresentando maiores rendimento, ponto de fusão e estabilidade.

Rodrigues *et al.* (2014) descrevem a cera de carnaúba como uma matriz inofensiva à saúde animal por, ao ser diferente de algumas bases lipídicas, não promover toxicidade ao rúmen. Outros benefícios avaliados sobre a utilização desta cera é ser um componente natural, que promove a valorização das riquezas naturais do país sem comprometer a sustentabilidade, e possuir em sua composição a presença de álcoois graxos de cadeia longa que promovem hidrofobicidade, aumentando a barreira contra a umidade e diminuindo a permeabilidade de água.

Além de funcionar como uma barreira à umidade, reduzindo a atividade de água e consequentemente prolongar a vida de prateleira deste produto pelo baixo risco de deterioração. A cera de carnaúba demonstra-se uma matéria-prima adequada para a microencapsulação da ureia justificada pela sua capacidade de

reter o nitrogênio inserido de modo eficiente, o que é considerado ideal para auxiliar no alcance do objetivo proposto para a microencapsulação da ureia (Medeiros *et al.*, 2019).

A utilização de ureia de liberação lenta relacionada a qualidade da carne, têm demonstrado, por meio de algumas pesquisas realizadas, não promover efeitos sobre os parâmetros de qualidade. Saro *et al.* (2023) destaca a necessidade da realização de mais estudos que relacionem a utilização da ureia na dieta com a qualidade da carne, devido à baixa ocorrência de estudos que foquem nesse aspecto.

3.4 Potencialidade da Carne Ovina

Avaliações realizadas pela Food And Agriculture Organization (FAO) (2012) apontam que o crescimento populacional proporcionará uma consequente necessidade na produção de mais alimentos, aumentando a cadeia de produção de proteína animal na expectativa de suprir a demanda alimentar da população. Desde o ano de 2013, o Brasil tem se destacado no mercado agropecuário com o crescimento da produção de carne e na ampliação das vendas (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 2013).

O Brasil é considerado um grande produtor de alimentos, contribuindo de forma ativa com o Produto Interno Bruto (PIB) do país. E se tratando da pecuária, em 2022 foram produzidos 28,64 milhões de quilos de carnes, apresentando uma expansão na produção de aproximadamente 2 milhões de quilos de carne entre o período de 2019 a 2022 (Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) 2024). A projeção mundial de carne aponta um aumento gradativo tanto na produção quanto no consumo per capita até o ano 2031 (OECD, 2022).

Nos últimos anos, foi observado o aumento do interesse e da procura por alimentos mais saudáveis e de qualidade. A população tem despertado o desejo por produtos com maior valor nutricional, que sejam ricos em proteínas e com baixo teor de gordura, chamando a atenção dos setores produtivos que buscam suprir esta demanda através do desenvolvimento de alimentos que atendam aos aspectos almejados (Lucena C. *et al.*, 2018).

Incentivada pela procura de carnes com qualidade nutricional, a ovinocultura de corte demonstra potencial de crescimento do mercado produtivo. A produção da carne de ovino tem sido impulsionada e ganhado destaque pelo baixo teor de gordura, por representar uma boa fonte proteica e pelo seu sabor característico, evidenciando potencial de ascensão no mercado consumidor e estabelecendo maior presença em açougues, restaurantes e na escolha para consumo (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), 2019; Cuenca *et al.*, 2008).

Em 2023 foi registrado um aumento de 1,3% do efetivo de ovinos no Brasil. A ovinocultura apresentou um efetivo de 21,8 milhões de animais, sendo a região Nordeste responsável por 71,2% deste valor, onde a Bahia e Pernambuco são os estados que detêm os maiores efetivos de rebanho do país, correspondendo a respectivamente 23% e 16,9% do total nacional. No entanto, a criação de ovinos se estende por todas as regiões do país (IBGE, 2023).

A cadeia produtiva da carne de ovino é facilitada pela possibilidade de criação de rebanho ocorrer em qualquer região do Brasil, já que os ovinos são animais bastante adaptáveis ao sistema produtivo (SENAR, 2019). Todo sistema produtivo deve estar pautado na criação de animais que possam desenvolver uma carne de qualidade, necessitando a cadeia produtiva atentar-se às condições do processo, como ambiente, alimentação, estresse pré-abate, para que não sejam provocadas interferências nos parâmetros da carne (Moreno *et al.*, 2016).

A carne de cordeiro é um alimento que pode ser utilizado para variadas produções culinárias, apresentando um sabor característico que é atrativo aos apreciadores desta carne. E com o auxílio da tecnologia de alimentos é possível agregar mais valor a este alimento, melhorando os aspectos de consumo e desenvolvendo novos produtos, para melhor integração no mercado de consumo (Lucena C. *et al.*, 2018).

Com o aumento da demanda por alimentos de origem animal, a indústria de carnes passa por mudanças, visando a promoção de custos reduzidos e a ampliação da rentabilidade. E para suprir as exigências do mercado, crescem também os estudos que buscam o aprimoramento do conhecimento que auxiliem na

criação de estratégias para a produção de carcaças de qualidade e de melhor rendimento (Koohmaraie *et al.*, 2002; Sarcinelli; Venturini; Silva, 2007).

Para garantir a qualidade da carne é necessário o cuidado com todas as etapas da cadeia produtiva, pois diversos fatores podem interferir no produto final. A qualidade da carne pode ser determinada através das propriedades físico-químicas, das características sensoriais e pode ser influenciada desde o ambiente de criação, manejo alimentar, antes e durante o abate, processamento da carcaça e até na estocagem e na distribuição. Todos esses fatores têm relação direta com a aceitação da carne que será fornecida, pois é através de uma cadeia produtiva bem aplicada que será garantida a produção de uma carne de excelência (Luchiari Filho, 2000; Koohmaraie *et al.*, 2002; Wheeler *et al.*, 1990).

É fundamental, para o sistema de produção como um todo, implementar técnicas e estratégias que possibilitem maior produtividade e melhor aproveitamento na produção de carnes, visando assegurar o fornecimento de um alimento seguro e nutritivo. Nesse sistema produtivo, deve-se considerar e direcionar atenção a raça, a idade, o sexo do animal e a alimentação aplicada, pois estes aspectos têm influência direta na qualidade e na aceitação deste alimento pelo consumidor (Silva Sobrinho, 2005).

A potencialidade comercial da carne ovina é estimulada por este alimento ser considerado uma boa alternativa de consumo. Deste modo é imprescindível a dedicação em criar planos de negócio que promovam a valorização deste alimento, desde a criação do animal até as condições que será realizado o abate, como este produto será direcionado ao mercado e quais serão os cortes realizados para melhor aproveitamento do alimento que está sendo comercializado (Viana *et al.*, 2015).

O mercado produtivo de carne de ovinos é um nicho que ainda necessita ser mais explorado. A estruturação desta cadeia de produção ainda é predominada pela informalidade, necessitando de mais articulações e inovações, em todos seus estágios (criação, comercialização, abate e processamento), voltadas às boas práticas agropecuárias e sanitárias, com aplicação de fiscalizações, estratégias e investimentos direcionados a elevar a qualidade da carne que está sendo produzida

e gerar mudanças, tanto de hábitos dos consumidores, como na valorização deste alimento (Monteiro; Brisola; Vieira Filho, 2021).

3.5 Aspectos Nutricionais da Carne de Ovino

A carne pode representar cerca de 33% da dieta da população em alguns países. As proteínas de origem animal possuem um perfil de aminoácidos que são importantes para a saúde humana, pois através do seu consumo é possível obter os aminoácidos essenciais que não são sintetizados pelos mesmos, como a histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina (National Health and Medical Research Council, 2006).

A carne também é conhecida por ser um alimento rico em micronutrientes como vitaminas do complexo B, zinco, cobre, ferro, iodo, manganês e selênio, além de possuir ácidos graxos de cadeia longa, contando com a presença de ácidos como o ácido eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA) que são responsáveis por promover uma carne de qualidade e com melhor valor nutricional (De Smet; Vossen, 2016; Ponnampalam *et al.*, 2001).

Ponnampalam, Holman e Scollan (2016) explicam que ao consumir 100g de carne ovina um indivíduo adulto consegue suprir facilmente 20% da recomendação para um dia, de micronutrientes como ferro, zinco e selênio. A carne ovina além de possuir as características nutricionais citadas é considerada uma carne de baixo teor de gordura, contendo valores aproximados de 73% da sua composição de umidade, 21% de proteína e entre 2 e 10% de lipídio.

A Tabela 1 a seguir dispõe das informações sobre a composição nutricional da carne de cordeiro crua, de dados coletados das bases oficiais Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, U.S. Department of Agriculture e Australian Food Composition Database.

TABELA 1 - Composição da carne de cordeiros

Base de Dados	TBCA ¹	USDA ²	AFCD ³
Composição nutricional			
Energia (kJ)	476,00	598,00	498,00

Umidade (g)	74,80	72,60	72,70
Proteína (g)	20,70	20,90	20,80
Lipídio (g)	2,85	5,94	3,90
Cinzas (g)	0,53	1,06	1,10
Colesterol (mg)	37,10	66,00	62,00
Ácidos Graxos Saturados (%)	45,74	42,09	50,20
Ácidos Graxos Monoinsaturados (%)	47,77	47,23	44,20
Ácidos Graxos Poliinsaturados (%)	6,47	10,67	5,40
Cálcio (mg)	6,63	12,00	5,00
Ferro (mg)	2,96	1,91	1,90
Sódio (mg)	67,00	68,00	69,00
Magnésio (mg)	24,40	27,00	25,00
Fósforo (mg)	208,00	190,00	230,00
Potássio (mg)	333,00	276,00	360,00
Zinco (mg)	3,59	3,19	2,20
Tiamina (B1) (mg)	0,15	0,13	0,11
Riboflavina (B2) (mg)	0,31	0,23	0,24
Niacina (B3) (mg)	5,42	-	6,30
Vitamina B6 (mg)	0,40	0,17	0,12
Vitamina B12 (mcg)	2,93	2,21	0,6

¹Tabela Brasileira de Composição de Alimentos; ²U.S. Department of Agriculture;

³Australian Food Composition Database.

Cabrera e Saadoun (2014) explicam que o consumo de carne ovina colabora para o desenvolvimento da saúde e do bem-estar humano, com a redução dos riscos de enfermidades consideradas degenerativas e metabólicas e contribuindo para o alcance das necessidades nutricionais de indivíduos de variadas faixas

etárias de ambos os sexos biológicos.

Estes autores relatam que 75g diárias de carne consumidas ampliam o aproveitamento do ferro da dieta, possibilitando além da ingestão de ferro heme, o aumento da biodisponibilidade para absorção do ferro não heme presente em alimentos vegetais, quando consumidos juntamente com a carne (Cabrera; Saadoun, 2014).

Uma característica específica da carne ovina é o seu baixo teor de gordura, influenciando diretamente nos atributos sensoriais como odor, sabor, suculência e textura. Esse baixo teor lipídico é considerado um fator positivo para a carne favorecendo o consumo deste alimento, pois ao incluir uma carne magra nas refeições é possível provocar menores riscos ao surgimento de doenças que afetam o coração daqueles que a consome (Ovesen, 2004; Ponnampalam; Holman; Scollan, 2016).

A carne de cordeiro possui o ácido linoléico conjugado (CLA), componente eficiente para a saúde humana, por colaborar com a redução da ocorrência de doenças como a aterosclerose e o desenvolvimento de carcinogenesis. O CLA é um composto que é sintetizado apenas por ruminantes e por apresentar estes fatores que são favoráveis ao incentivo do consumo da carne de cordeiro, tem estimulado o surgimento de diversos estudos envolvendo sua composição de ácidos graxos (Leonardo, 2014).

3.6 Parâmetros de Qualidade da Carne

A qualidade da carne é considerada conceitualmente complexa, devido a subjetividade em sua definição. Uma carne de qualidade pode ser definida pela preferência de consumo, composição química, valor nutricional, características físicas e estruturais, aspectos sensoriais, sensação de consumo, além de fatores externos que envolvem o sistema de produção como a criação, abate, processamento e condições de armazenamento do produto final (Joo *et al.*, 2013).

As características da carne, desenvolvidas na formação do músculo e transformação em carne, também irão influenciar na qualidade. Os atributos deste alimento variam de acordo com cada espécie de origem, tendo a carne de boi, suíno, ovino e de aves diferenças entre elas. Entretanto, existem parâmetros

padronizados que são essenciais para definir a qualidade de qualquer carne, como por exemplo a cor, pH, textura, teor de gordura, maciez e sabor (Joo *et al.*, 2013).

A coloração está diretamente relacionada à qualidade da carne, devido a cor indicar o frescor e conseqüentemente a segurança do alimento, que são os principais critérios de compra para o consumidor (Joo *et al.*, 2013). A cor da carne garante a aceitação do consumidor e contribui fortemente para agregar valor ao produto, além de ser fundamental para auxiliar no monitoramento do controle da vida de prateleira (Calnan *et al.*, 2014).

A transformação do músculo após o abate do animal, seguida das reações *post mortem* e do processo de *rigor mortis* que acontece após o período de 24 horas, influenciam nas características da carne (Leão *et al.*, 2012). Estes processos são decisivos para determinação do valor de pH, que é um dos fatores diretamente relacionado com a qualidade da carne, pois variações indesejáveis em seus índices prejudicam as características deste alimento tornando-o pálido, mole e exsudativo ou escuro, firme e seco (Silva *et al.*, 2009).

O pH pode sofrer variação até mesmo por estresses anteriores ao abate, por este motivo é importante a realização do controle de todos os processos produtivos da carne para manter o declínio correto dos seus valores. É um fator essencial para determinar as características físicas e sensoriais da carne por exercer influência em outros parâmetros também considerados de qualidade como capacidade de retenção de água, perda por cocção, força de cisalhamento, sabor, aroma, maciez e suculência (Silva *et al.*, 2009).

Segundo Fernandes *et al.* (2011) a capacidade de retenção de água (CRA) é um parâmetro importante de qualidade da carne pois garante uma boa aparência e suculência. Quanto maior a capacidade de reter água, maior será a suculência da carne e a aceitabilidade do consumidor (Hughes *et al.*, 2014).

A capacidade de retenção da água não interfere somente nos aspectos sensoriais, exercendo também o papel de moldar as estruturas musculares da carne. É um parâmetro utilizado para determinar a capacidade de manter a água presente no alimento durante os processos de armazenamento, corte, variações de temperatura, moagem e outros. Seus resultados impactam diretamente no

rendimento e nas características gerais da carne (Hughes *et al.*, 2014).

A perda por cocção também é considerada um fator que afeta a qualidade da carne pois é relevante para estabelecer as características sensoriais deste alimento (Bejerholm; Tornngren; Aaslyng, 2014). Quanto menor a perda da quantidade de água retida na carne, menor a força de cisalhamento e consequentemente esperasse obter um alimento de maior maciez (Wang *et al.*, 2016).

Cada carne possui sua característica singular e a carne de ovino é caracterizada em uma carne de baixo teor de gordura. A gordura da carne tem relação direta com a sua qualidade, pois a quantidade de gordura presente neste alimento, além de afetar a qualidade nutricional, promove alterações nas propriedades sensoriais e na percepção de consumo (Batista *et al.*, 2010).

A qualidade da carne pode ser definida por um compilado de fatores (nutricionais, produtivos, físicos e sensoriais) que unidos estabelecem o valor deste alimento. Desta forma, para garantir a produção de uma carne de qualidade, é necessário compreender estes fatores e controlá-los. As percepções sensoriais também são essenciais para garantir esta qualidade, pois através dos sentidos humanos e das sensações percebidas por eles é possível consolidar a qualidade e o consumo deste produto (Joo *et al.*, 2013).

De Lima *et al.* (2018) explicam que para definir a qualidade da carne é necessário determinar as características físico-químicas e sensoriais. Os autores destacam que na composição química da carne são esperadas identificações de um alto valor de proteína e de baixos teores lipídicos, por possuírem respectivamente como benefício: a facilitação no suprimento das recomendações diárias de aminoácidos, que são essenciais para a nutrição humana e o atendimento ao padrão de consumo alimentar que buscam por carnes magras.

De Lima *et al.* (2018) ainda relatam que é importante a determinação do pH para identificar a susceptibilidade da carne ao crescimento microbiano, além de influenciar em outros parâmetros considerados de qualidade. A capacidade de retenção de água também é considerada relevante, pois está diretamente relacionada à mastigação e a sensação de suculência, além da perda por cocção,

que tem associação ao rendimento, a força de cisalhamento associada a maciez da carne e os atributos de cor, sabor, aroma, maciez, suculência e avaliação global que estão diretamente ligados a aceitação de consumo. A Tabela 2 a seguir estabelece os valores numéricos de cada parâmetro de qualidade definidos pelo Comunicado Técnico publicado pela Embrapa em 2018.

Tabela 2 - Parâmetros de qualidade da carne de cordeiro.

Parâmetros de qualidade	Valores
Parâmetros químicos	
Proteína (%)	18,20 a 26,90
Lipídio (%)	0,38 a 2,86
Umidade (%)	73,10 a 77,10
Cinzas (%)	0,71 a 1,17
pH 24h	5,48 a 6,30
Parâmetros físicos	
Capacidade de retenção de água (%)	43,00 a 59,90
Perda de peso por cocção (%)	30,10 a 38,40
Força de Cisalhamento (Kgf/cm ²)	3,45 a 8,88
Parâmetros sensoriais (de 0 a 9)	
Aroma	5,45 a 9,39
Sabor	5,00 a 9,16
Maciez	5,26 a 8,74
Suculência	5,05 a 8,53
Avaliação Global	5,35 a 8,91

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Informações Éticas

Este estudo foi conduzido mediante a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Farmácia – CEP/FAR da Universidade Federal da Bahia, sob número de registro 083787/2023, atendendo aos requisitos da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, sob número de registro 56/2022, e do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA).

4.2 Local de Desenvolvimento

O ensaio experimental com os animais foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal da Bahia (UFBA), localizada em São Gonçalo dos Campos, Bahia, Brasil. A caracterização físico-química foi realizada no Laboratório de Pesquisa em Cromatografia Aplicada – LAPESCA, da Faculdade de Farmácia da UFBA e no Laboratório de Análise de Nutrição Animal, sediado na mesma fazenda experimental. A análise sensorial da carne foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial – B15, sediado na Escola de Nutrição da UFBA.

4.3 Elaboração da Ureia Microencapsulada com Cera de Carnaúba

A elaboração da ureia microencapsulada foi realizada baseada na metodologia descrita por Medeiros *et al.* (2019), através da técnica de emulsificação por fusão. Para o processo de encapsulação foi utilizada a proporção 40:60 (m/m) de ureia em relação a cera de carnaúba, adicionando lecitina de soja em uma quantidade proporcional a 2% da massa total de cera utilizada. A cera de carnaúba (*Copernicia prunifera*) foi utilizada como agente encapsulante e a lecitina de soja como agente emulsificante.

Todos os ingredientes foram pesados em uma balança analítica e aquecidos em banho maria em uma temperatura média de 85°C até a completa fusão da cera de carnaúba. Enquanto isso, em outro recipiente, a ureia foi pesada e misturada com água destilada em proporção 50:50 (m/m) e mantida em banho maria a 85°C para completa dissolução da ureia.

Após finalizada a dissolução da ureia e ocorrer o equilíbrio entre as temperaturas das duas preparações a 85°C, a solução de ureia foi misturada à solução da cera e posteriormente homogeneizadas com misturador elétrico manual, por cinco minutos. Completado o tempo a mistura foi disposta em bandejas retangulares de alumínio para resfriar e depois armazenadas em estufa de ventilação forçada (Tecnal TE-394/2-MP, 220L) à temperatura de 55°C por 24 horas para secagem. Encerrada a secagem, o material foi triturado em um multiprocessador (Philips RI7761 750W) até que atingisse a homogeneização, em seguida pesado e armazenado em bombonas de plástico com vedação para compor a dieta experimental.

4.4 Animais e Dietas

Foram utilizados para este estudo 50 ovinos mestiços (Santa Inês x Dorper), machos, não castrados, com aproximadamente 7 meses de idade e peso corporal médio de $31,2 \pm 4,8$ kg. Os animais foram alojados em sistema de confinamento em baias individuais (1,0 m x 1,0 m) com piso ripado suspenso e com bebedouros e comedouros instalados. Estes animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 8:30 h e às 15:00 h, com fornecimento de água à vontade. As dietas foram formuladas com base nas exigências nutricionais de ovinos machos em crescimento, com estimativa para um ganho médio diário de 200 g, de acordo com National Research Council (NRC) (2007). A fase experimental com os animais teve duração total de 91 dias, 21 dias destinados a adaptação às instalações e dietas e 70 dias para a aplicação da dieta e a realização de avaliações e coletas necessárias.

Os 50 animais foram distribuídos em cinco tratamentos sob um delineamento inteiramente casualizado, totalizando 10 repetições. Nestes tratamentos foram aplicados cinco níveis de inclusão de ureia na dieta (g/kg de matéria seca), divididos pelo tratamento controle com 4,0 g de ureia livre e quatro tratamentos de ureia microencapsulada com cera de carnaúba, nos níveis de 10; 20; 30 e 40 g, com base na matéria seca (MS) total, contendo o tratamento de 10,0g o mesmo teor de ureia que o tratamento controle.

Na composição da dieta foi utilizado como fonte de volumoso o substrato proveniente do cultivo de cogumelos comerciais da espécie *Pleurotus ostreatus*, e como fonte de concentrado foram utilizados o milho moído, farelo de soja, ureia livre,

ureia microencapsulada em cera de carnaúba e o sal mineral. A proporção utilizada de volumoso e concentrado foi de 40:60 (m/m) com base na MS. A composição química dos ingredientes, a proporção de ingredientes na dieta e a composição das dietas estão descritas nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Composição química dos ingredientes da dieta experimental.

ITENS	SEPC ¹	Milho moído	Farelo de soja	U _{LIVRE} ²	UME _{CERA} ³
Composição química					
Matéria seca ⁴	881,7	882,6	880,3	996,4	970,0
Matéria mineral ⁵	106,1	18,3	68,4	0,4	3,7
Proteína bruta ⁵	79,1	62,0	434,0	2649,0	1066,0
Extrato etéreo ⁵	6,9	47,9	28,6	-	-
FDN _{CP} ^{5,7}	680,4	88,0	115,7	-	-
Celulose ⁵	497,8	59,6	37,3	-	-
Hemicelulose ⁵	2,1	16,0	62,5	-	-
Lignina ⁵	180,4	12,4	15,8	-	-
PIDN ^{6,8}	228,8	201,6	75,3	-	-
PIDA ^{6,9}	170,7	101,6	8,3	-	-
Carboidratos não fibrosos ⁵	127,5	783,9	353,3	-	-
Nutrientes digestíveis totais ⁵	548,8	879,5	765,2	-	-

¹Substrato exaurido da produção de cogumelos; ²Ureia Livre; ³Ureia microencapsulada em cera de carnaúba; ⁴g/kg de matéria natural; ⁵g/kg de MS; ⁶g/Kg de PB; ⁷Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; ⁸Proteína insolúvel em detergente neutro; ⁹Proteína insolúvel em detergente ácido.

Tabela 4 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais de acordo com os níveis de inclusão da ureia livre e microencapsulada em cera de carnaúba.

ITENS	Níveis de inclusão de ureia (g/kg MS da dieta)				
	U _{LIVRE} ¹		UME _{CERA} ²		
	4,0	10,0	20,0	30,0	40,0

Ingredientes (g/kg de MS)					
SEPC ³	400	400	400	400	400
Milho moído	397	392	411	430	448
Farelo de soja	184	183	154	125	97
Ureia	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ureia microencapsulada	0,00	10,0	20,0	30,0	40,0
Suplemento mineral	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Composição química					
Matéria seca ⁴	884	884	885	886	887
Matéria mineral ⁵	77,3	77,0	75,4	73,7	72,0
Proteína bruta ⁵	147	146	145	145	144
Extrato etéreo ⁵	27,0	26,7	26,8	26,9	27,0
FDN _{CP} ^{5, 6}	328	328	326	324	323
Celulose ⁵	229	229	229	229	229
Hemicelulose ⁵	18,7	18,5	17,1	15,5	14,1
Lignina ⁵	80,0	79,9	79,7	79,5	79,2
PIDN ^{5, 7, 8}	18,5	18,4	18,6	18,8	18,9
PIDA ^{5, 7, 9}	11,01	10,96	11,13	11,30	11,46
Carboidratos não fibrosos ⁵	421	423	427	431	435
Nutrientes digestíveis totais ⁵	718	712	716	719	721

¹Ureia livre; ²Ureia microencapsulada em cera de carnaúba; ³Substrato Exaurido da Produção de Cogumelos; ⁴g/kg de matéria natural; ⁵g/kg de MS; ⁶Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; ⁷g/Kg de PB; ⁸Proteína insolúvel em detergente neutro; ⁹Proteína insolúvel em detergente ácido.

4.5 Abate

No início e no final do período experimental foram realizadas pesagens dos animais, submetidos a jejum de sólidos por 16 horas, para obter informações do ganho de peso total e ganho médio diário (GMD).

Após o confinamento de 91 dias, os animais passaram por um período de jejum de sólidos por 16 horas e foram transferidos para o frigorífico comercial, localizado na Fazenda União, Km 06 – Zona Rural, Pintadas – BA, e abatidos. O abate foi realizado de acordo com as diretrizes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (2000). Os animais foram insensibilizados por pistola pneumática e em seguida passaram pelo processo de sangria através da secção das veias jugulares e as artérias carótidas, e posteriormente esfolados e eviscerados. Logo as carcaças foram acondicionadas em câmara fria a 4 °C durante 24 horas.

Ao término deste período foram realizadas avaliações de pesagens, pH e realização dos cortes comerciais. As amostras do músculo *Longissimus lumborum* foram coletadas, identificadas, embaladas em sacos plásticos estéreis e congeladas em freezer a -18°C até a realização das análises das propriedades físico-químicas, composição de ácidos graxos e atributos sensoriais. Antes de iniciar as análises as amostras foram descongeladas sob refrigeração a 10°C.

4.6 Avaliação Físico-Química da Carne

As avaliações físico-químicas da carne foram realizadas utilizando o músculo *Longíssimos lumborum*, 10 amostras por tratamento. O pH foi avaliado, após o resfriamento da carne, 24h depois do abate, de acordo com os procedimentos descritos pela Associação de Químicos Analíticos Oficiais (AOAC) (2012). A medição do pH foi realizada em triplicata, por meio de potenciômetro digital (Modelo HI981036, HANNA Instruments, Rhode Island, EUA) com extremidade do tipo espeto inserido diretamente no corte cárneo entre a 12ª e 13ª costelas, obtendo posteriormente um valor médio.

A capacidade de retenção de água (CRA), foi determinada utilizando a metodologia descrita por Hamm (1986), nesta análise 2 g de amostra é colocada em um papel filtro e submetida a pressão. Os resultados são baseados na diferença de peso antes e depois das amostras serem submetidas a uma força equivalente a 10

kg durante 5 minutos, em que uma quantidade de água da amostra é perdida em relação ao peso inicial e expressa em porcentagem de água exsudada.

A perda de peso por cocção (PPC) foi calculada de acordo com a American Meat Science Association (AMSA) (2016), de acordo com a diferença de peso das amostras antes e depois do tratamento térmico. Para obtenção deste resultado as amostras foram cortadas em cubos de 25 mm × 25 mm, medidas com paquímetro digital, pesados e assados em grill elétrico (George Foreman Grill Jumbo GBZ6BW, Rio de Janeiro, Brasil) até atingirem 71 °C no centro geométrico, passando por monitoramento através de um termopar, equipado com leitor digital (Tenmars TM-364 Thermometer). Em seguida, as amostras foram submetidas a uma temperatura ambiente até o resfriamento e foram novamente pesadas.

A força de cisalhamento (FC) foi mensurada de acordo com a metodologia descrita por Shackelford, Wheeler e Koohmaraie (1999), em duplicata. Para esta determinação foi utilizado o texturômetro (CT3 Texture Analyser Brookfield - Massachusetts, Estados Unidos), equipado com uma lâmina tipo Warner Bratzler, utilizando-se uma velocidade entre 5 e 10 mm/s. As amostras foram cortadas em cubos de 1 cm de diâmetro, em sentido perpendicular às fibras musculares, e o resultado obtido foi expresso em *Newton* (N).

A análise de cor foi realizada em triplicata, através do colorímetro Minolta (Konica Minolta, Chroma Meter CR 410, Tóquio, Japão). Para a análise acontecer de forma padronizada, o colorímetro foi calibrado com um padrão branco e outro preto. Antes da leitura, as amostras foram expostas ao ar atmosférico por um período de 30 minutos, promovendo a oxigenação da mioglobina. Foram avaliados os parâmetros L^* - luminosidade ($L^* 0$ = preto; 100 = branco), a^* - índice de vermelho, b^* - índice de amarelo e c^* - índice de chroma. Esses parâmetros foram medidos em três pontos diferentes no músculo (em zonas não sobrepostas), obtendo-se uma média das variáveis (Macdougall; Taylor, 1975).

Para a determinação da composição química da carne as amostras foram submetidas a congelamento em ultrafreezer (ColdLab CL580-86V) a uma temperatura de -80°C e posteriormente liofilizadas (Liofilizador Liotop L101). Após o processo de liofilização, as amostras foram trituradas e peneiradas em peneira de crivo de 1 mm. As análises foram realizadas com base nos procedimentos descritos

pela AOAC (2012): matéria seca (MS) (método 967.03), matéria mineral (MM) (método 942.05), proteína bruta (PB) (método 981.10) e extrato etéreo (EE) (método 920.29).

4.7 Análise de Ácidos Graxos

A composição de ácidos graxos foi realizada de acordo com Kramer *et al.* (1997) com adaptações na medida de frequência e no tempo de centrifugação. Foram pesadas 0,5 g de amostras liofilizadas em tubos de ensaio de 16x150mm com tampa de rosca e septo. Foram adicionados 2mL de hexano e 2mL de metóxido de sódio a 0,5N em metanol. Em seguida, os tubos foram tampados e agitados levemente em vórtex (Fisatom 772, São Paulo, Brasil) por 30 segundos e depois aquecidos em banho maria a 50 °C por 10 minutos e posteriormente resfriados. Foram adicionados 3mL de solução de cloreto em metanol e aquecido novamente em banho maria a 80°C por 10 minutos. Em seguida, os tubos foram resfriados e adicionado 1mL de hexano e 10mL de K₂CO₃ 6% lentamente nas paredes do tubo, tampados e agitados em vórtex por 30 segundos e logo depois centrifugados (CENTRIBIO 80-2B, EQUIPAR Ltda., Paraná, Brasil) à 3200 rpm por 5 minutos. Os tubos de ensaio foram retirados da centrífuga e o sobrenadante transferido para tubo falcon de 15mL com aproximadamente 1g de Na₂SO₄, tampado e centrifugado novamente a 3200 rpm por 5 minutos. O sobrenadante foi coletado e colocado em vials de injeção e armazenados em freezer a -20°C.

A determinação da composição de ácidos graxos foi realizada através de cromatografia gasosa. Em um cromatógrafo gasoso equipado com um detector de ionização (CG-FID Clarus 680; Perkin-Elmer) foram separados os ésteres metílicos de ácidos graxos com uma coluna (30m x 0,25mm x 0,25µm) e identificados por meio da comparação dos tempos de retenção obtidos do cromatograma padrão (C4–C24, 189–19-AMP, Sigma-Aldrich) baseado no método proposto por Souza *et al.* (2017). A quantificação dos ácidos graxos foi expressa em porcentagem e os picos encontrados foram comparados com dados espectrais padrão do banco de dados da National Institute of Standards and Technology para a identificação conclusiva dos ácidos graxos.

4.8 Análise Sensorial

Os atributos sensoriais foram avaliados a partir de um painel de 104 (cento e quatro) provadores não treinados, seguindo recomendação da ISO 11136:2014, sem distinção de sexo, com idades diversas (acima de 18 anos). As amostras de carne crua, de cada tratamento experimental, foram agrupadas e grelhadas em grill elétrico (George Foreman Grill Jumbo GBZ6BW, Rio de Janeiro, Brasil), até o centro geométrico das amostras atingirem 71°C. Após finalizado o cozimento, as amostras foram cortadas em cubos de aproximadamente 1,2 cm, de aproximadamente 5 g cada, e embaladas no papel alumínio, sendo colocadas em banho-maria em uma temperatura de 75°C para manutenção da temperatura. Nenhum sal ou especiarias foram adicionados, para não provocar alterações sensoriais.

As avaliações sensoriais foram realizadas em cabines individuais, no Laboratório de Análise Sensorial – B15, sediado na Escola de Nutrição da Universidade Federal da Bahia. Cada provador, após a leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecimento (TCLE) declarando sua participação voluntária na pesquisa, recebeu cinco amostras de carnes grelhadas, distribuídas aleatoriamente e codificadas com três dígitos numéricos. Cada provador foi orientado a provar uma amostra por vez e água e biscoitos cream cracker foram fornecidos como acompanhamento para a limpeza do paladar entre as amostras. O tempo de duração de cada sessão foi de aproximadamente 20 minutos. Os provadores receberam uma ficha de avaliação (ANEXO A) para avaliar os atributos de sabor, aparência, suculência, odor e características gerais de aceitação. Os atributos sensoriais foram determinados por meio de uma escala de intensidade estruturada de nove pontos, variando de 1 a 9, sendo 1 "desgostei muito" e 9 "gostei muito".

4.9 Análise Estatística

Para a análise dos dados da composição físico-química foi utilizado o modelo estatístico a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Onde: Y_{ij} = valor observado na unidade experimental que recebeu o tratamento i ; μ = média geral comum a todas as observações; τ_i = efeito do tratamento i ; ε_{ij} = erro aleatório.

A análise sensorial foi avaliada em blocos ao acaso, considerando os

providores como blocos. Cada tratamento foi distribuído igualmente pelos blocos. Foi utilizado o modelo estatístico a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Onde: Y_{ijk} = valor observado na unidade experimental que recebeu tratamento i , replicação j ; μ = média geral comum a todas as observações; τ_i = efeito do tratamento i ; β_j = efeito do bloco j ; ϵ_{ijk} = erro aleatório.

Os dados obtidos nas análises foram analisados com o procedimento MIXED do SAS 9.4. As médias foram comparadas por meio de contrastes ortogonais, estabelecidos por meio do PROC IML. Um contraste foi realizado para comparar separadamente os tratamentos ureia livre (4,0g) e o tratamento ureia microencapsulada em cera de carnaúba (10g), uma vez que possuíam a mesma quantidade teórica de ureia em suas composições, diferindo qualitativamente pela microencapsulação da ureia em cera de carnaúba. Contrastes lineares e quadráticos foram realizados entre os tratamentos contendo ureia microencapsulada (10; 20; 30 e 40g). As diferenças significativas foram estabelecidas em $P \leq 0,05$.

5 RESULTADOS

Como resultado da presente dissertação foi produzido um (1) manuscrito.

5.1

Características físico-químicas e perfil sensorial da carne de cordeiro alimentada com ureia microencapsulada em cera de carnaúba.

Características físico-químicas e perfil sensorial da carne de cordeiro alimentada com ureia microencapsulada em cera de carnaúba.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar as características físico-químicas e o perfil sensorial da carne de cordeiros alimentados com ureia de liberação lenta microencapsulada em cera de carnaúba. Foram utilizados 50 cordeiros mestiços (Santa Inês x Dorper), machos não castrados, com sete meses de idade e peso corporal médio de $31,2 \pm 4,8$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco níveis de inclusão de ureia (4,0 g de ureia livre e 10; 20; 30 e 40 g de ureia microencapsulada, com base na matéria seca total) e dez unidades experimentais (animais) por tratamento. Passados 91 dias de confinamento, os animais foram abatidos para a realização das análises da carne. Houve redução linear da perda por cozimento ($P=0,0005$), de cinzas ($P=0,04$) e no ácido graxo 17:1 ($P=0,031$), além de gerar aumento linear dos 14:0 ($P=0,002$), 14:1 ($P=0,005$) e 18:2T ($P=0,04$), comportamento quadrático dos 10:0 ($P=0,004$), 14:0 ($P=0,008$), 15:0 ($P=0,009$), 14,1 ($P=0,008$) e 16:1 ($P=0,009$) e da umidade ($P<0,05$), revelou também diferença na suculência ($P=0,01$) e nos ácidos 10:0 ($P=0,006$), 15:0 ($P=0,028$) e 16:1 ($P=0,019$) conforme contraste estatístico realizado. A utilização da ureia microencapsulada na alimentação de cordeiros em confinamento pode ser realizada nos níveis de ureia avaliados sem comprometer a qualidade da carne.

Palavras-chaves: encapsulamento; nutrição animal; ovinos; qualidade da carne.

Abstract

This study aimed to evaluate the physicochemical characteristics and sensory profile of meat from lambs fed slow-release urea microencapsulated in carnauba wax. Fifty crossbred lambs (Santa Inês x Dorper), uncastrated males, seven months old and with an average body weight of 31.2 ± 4.8 kg, were used. They were distributed in a completely randomized design with five levels of urea inclusion (4.0 g of free urea and 10; 20; 30 and 40 g of microencapsulated urea, based on total dry matter) and ten experimental units (animals) per treatment. After 91 days of confinement, the animals were slaughtered for meat analysis. There was a linear reduction in cooking loss ($P=0.0005$), ash ($P=0.04$) and in the fatty acid 17:1 ($P=0.031$), in addition to generating a linear increase in 14:0 ($P=0.002$), 14:1 ($P=0.005$) and 18:2T ($P=0.04$), quadratic behavior of 10:0 ($P=0.004$), 14:0 ($P=0.008$), 15:0 ($P=0.009$), 14.1 ($P=0.008$) and 16:1 ($P=0.009$) and moisture ($P<0.05$), also revealing a difference in juiciness ($P=0.01$) and in the acids 10:0 ($P=0.006$), 15:0 ($P=0.028$) and 16:1 ($P=0.019$) according to the statistical contrast performed. The use of microencapsulated urea in the feeding of confined lambs can be carried out at the urea levels evaluated without compromising the quality of the meat.

Keywords: animal nutrition; encapsulation; meat quality; sheep.

INTRODUÇÃO

A ureia é um composto nitrogenado, solúvel em água, sintetizado industrialmente como fonte de nitrogênio não proteico e de baixo custo produtivo. Ela consegue ser aproveitada pelo microrganismo ruminal para a síntese de proteína verdadeira. No entanto, após ingerida é hidrolisada rapidamente, podendo provocar no processo absorptivo um excedente na concentração de nitrogênio amoniacal no fígado e posteriormente o acúmulo na corrente sanguínea que pode ser fatal ao animal, devido a sua toxicidade (Medeiros et al., 2019).

Ao decidir utilizar ureia na dieta de ruminantes é imprescindível promover a adaptação da microbiota do rúmen, a fim de minimizar a possibilidade de ocorrência de intoxicação. A toxicidade deste composto, associada a sua baixa palatabilidade e a sua volatilidade são considerados limitantes para sua utilização. Essas limitações têm estimulado o desenvolvimento de alternativas técnicas e produtivas de revestimento que possibilitem sua liberação lenta no rúmen de forma segura (Melo et al., 2021).

É um composto utilizado como alternativa funcional de substituição proteica na alimentação de ruminantes, promovendo redução dos custos e do enfrentamento das dificuldades sazonais. Sua utilização através da liberação lenta permite maior aproveitamento dos nutrientes, favorecendo o desenvolvimento e minimizando os riscos que comprometem a saúde dos animais (Lucena et al., 2024).

Com a ureia revestida é possível que sua liberação seja lenta e consumida gradativamente pelos microrganismos do rúmen. A utilização da ureia de liberação lenta na alimentação de cordeiros é capaz de diminuir os riscos de intoxicação animal, possibilitando o aumento da ingestão diária deste ingrediente, além de uma maior sincronia no aproveitamento de nutrientes, resultando assim em melhor desempenho animal (Lucena et al., 2024).

Sua liberação lenta permite que a utilização da amônia no ambiente ruminal seja otimizada, proporcionando o aumento da síntese de proteína microbiana e da retenção de nitrogênio. O aumento da eficiência de retenção do nitrogênio além de contribuir para o desenvolvimento animal, pode prover efeito positivo ao meio ambiente pela redução da excreção de nitrogênio das fezes e urina que por sua vez se acumulam no solo (Lucena et al., 2024).

O revestimento da ureia pode ser realizado através da técnica de microencapsulação por distintos compostos que possuam propriedades hidrofóbicas, a exemplo da cera de carnaúba, cera de abelha e gordura vegetal, para garantir controle de umidade, maior estabilidade e evitar a rápida dissolução. Estudos conduzidos para investigar possíveis matrizes encapsulantes avaliam as ceras como produtos interessantes para agirem como barreiras físicas na liberação gradual da ureia, por apresentarem características de alta resistência a umidade, devido a sua capacidade hidrofóbica, além do ponto de fusão, que é favorável à homogeneização, e estabilidade térmica (Silva et al., 2023).

A microencapsulação apresenta o objetivo de prover maior estabilidade, controle e proteção do material que se deseja revestir. Consiste em envolver pequenas partículas de um componente através de uma matriz protetora e com tamanhos micrométricos ou milimétricos (Silva et al., 2023). É uma tecnologia capaz de promover a condução das fontes proteicas com melhor aproveitamento (Carvalho et al., 2019).

Esta técnica empregada na presença da cera de carnaúba como agente encapsulante é vista como uma alternativa eficaz para promover um melhor rendimento da fonte de nitrogênio através da liberação lenta da ureia. A cera de carnaúba apresenta eficiente capacidade de retenção do nitrogênio, além de possuir característica inibitória de umidade o que o torna um produto mais seguro e estável em relação a atividade de água, reduzindo os riscos de deterioração (Medeiros et al., 2019).

A cera de carnaúba, além de promover a valorização das riquezas naturais do país e o desenvolvimento da economia local, é um dos principais produtos explorados dentre as atividades aplicadas à carnaúba. Costuma ser empregada no revestimento de diversos materiais, por possuir o ponto de fusão mais elevado, comparado a outras ceras comerciais (o que a torna mais resistente) e por ser considerada inofensiva à saúde dos animais (Medeiros et al., 2019; Moreira, 2022).

Incluir fontes proteicas alternativas na dieta pode provocar modificações sobre a qualidade da carne, alterando a composição química e as características gerais deste alimento. Os níveis ofertados de energia e proteína influenciam na formação

das deposições de tecido muscular e gordura, características diretamente ligadas à aceitação de consumo (Rozanski et al., 2017).

Apesar da preocupação existente com os efeitos da utilização de ureia na saúde animal, pouco é discutido se a utilização da ureia na dieta desses animais gera impactos significativos ou não para a qualidade da carne. Deste modo, a escassez de informações que abordam os impactos da utilização de ureia na alimentação de ruminantes na qualidade da carne, confirma a necessidade da realização de mais estudos sobre este aspecto (Lucena et al., 2024; Mazza et al., 2024).

Considerando os benefícios para a nutrição animal com utilização da ureia de liberação lenta e que a alimentação dos ruminantes está diretamente relacionada com a qualidade da carne. Este estudo foi conduzido visando avaliar a qualidade da carne de cordeiros alimentados com ureia de liberação lenta microencapsulada com cera de carnaúba, através da determinação das características físico-químicas e do perfil sensorial da carne.

MATERIAIS E MÉTODOS

Informações Éticas

Este estudo foi conduzido mediante a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Farmácia – CEP/FAR da Universidade Federal da Bahia, sob número de registro 083787/2023, atendendo aos requisitos da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, sob número de registro 56/2022, e do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA).

Local de Desenvolvimento

O ensaio experimental com os animais foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal da Bahia (UFBA), localizada em São Gonçalo dos Campos, Bahia, Brasil. A caracterização físico-química foi realizada no Laboratório de Pesquisa em Cromatografia Aplicada – LAPESCA, da Faculdade de Farmácia da UFBA e no Laboratório de Análise de Nutrição Animal, sediado na mesma fazenda experimental. A análise sensorial da carne foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial – B15, sediado na Escola de Nutrição da UFBA.

Elaboração da Ureia Microencapsulada com Cera de Carnaúba

A elaboração da ureia microencapsulada foi realizada baseada na metodologia descrita por Medeiros *et al.* (2019), através da técnica de emulsificação por fusão. Para o processo de encapsulação foi utilizada a proporção 40:60 (m/m) de ureia em relação a cera de carnaúba, adicionando lecitina de soja em uma quantidade proporcional a 2% da massa total de cera utilizada. A cera de carnaúba (*Copernicia prunifera*) foi utilizada como agente encapsulante e a lecitina de soja como agente emulsificante.

Todos os ingredientes foram pesados em uma balança analítica e aquecidos em banho maria em uma temperatura média de 85°C até a completa fusão da cera de carnaúba. Enquanto isso, em outro recipiente, a ureia foi pesada e misturada com água destilada em proporção 50:50 (m/m) e mantida em banho maria a 85°C para completa dissolução da ureia.

Após finalizada a dissolução da ureia e ocorrer o equilíbrio entre as temperaturas das duas preparações a 85°C, a solução de ureia foi misturada à solução da cera e posteriormente homogeneizadas com misturador elétrico manual, por cinco minutos. Completado o tempo a mistura foi disposta em bandejas retangulares de alumínio para resfriar e depois armazenadas em estufa de ventilação forçada (Tecnal TE-394/2-MP, 220L) à temperatura de 55°C por 24 horas para secagem. Encerrada a secagem, o material foi triturado em um multiprocessador (Philips RI7761 750W) até que atingisse a homogeneização, em seguida pesado e armazenado em bombonas de plástico com vedação para compor a dieta experimental.

Animais e Dietas

Foram utilizados para este estudo 50 ovinos mestiços (Santa Inês x Dorper), machos, não castrados, com aproximadamente 7 meses de idade e peso corporal médio de $31,2 \pm 4,8$ kg. Os animais foram alojados em sistema de confinamento em baias individuais (1,0 m x 1,0 m) com piso ripado suspenso e com bebedouros e comedouros instalados. Estes animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 8:30 h e às 15:00 h, com fornecimento de água à vontade. As dietas foram formuladas com base nas exigências nutricionais de ovinos machos em crescimento, com estimativa para um ganho médio diário de 200 g, de acordo com National Research Council (NRC) (2007). A fase experimental com os animais teve duração total de 91

dias, 21 dias destinados a adaptação às instalações e dietas e 70 dias para a aplicação da dieta e a realização de avaliações e coletas necessárias.

Os 50 animais foram distribuídos em cinco tratamentos sob um delineamento inteiramente casualizado, totalizando 10 repetições. Nestes tratamentos foram aplicados cinco níveis de inclusão de ureia na dieta (g/kg de matéria seca), divididos pelo tratamento controle com 4,0 g de ureia livre e quatro tratamentos de ureia microencapsulada com cera de carnaúba, nos níveis de 10; 20; 30 e 40 g, com base na matéria seca (MS) total, contendo o tratamento de 10,0g o mesmo teor de ureia que o tratamento controle.

Na composição da dieta foi utilizado como fonte de volumoso o substrato proveniente do cultivo de cogumelos comerciais da espécie *Pleurotus ostreatus*, e como fonte de concentrado foram utilizados o milho moído, farelo de soja, ureia livre, ureia microencapsulada em cera de carnaúba e o sal mineral. A proporção utilizada de volumoso e concentrado foi de 40:60 (m/m) com base na MS. A composição química dos ingredientes, a proporção de ingredientes na dieta e a composição das dietas estão descritas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes da dieta experimental.

ITENS	SEPC ¹	Milho moído	Farelo de soja	U _{LIVRE} ²	UME _{CERA} ³
Composição química					
Matéria seca ⁴	881,7	882,6	880,3	996,4	970,0
Matéria mineral ⁵	106,1	18,3	68,4	0,4	3,7
Proteína bruta ⁵	79,1	62,0	434,0	2649,0	1066,0
Extrato etéreo ⁵	6,9	47,9	28,6	-	-
FDN _{CP} ^{5,7}	680,4	88,0	115,7	-	-
Celulose ⁵	497,8	59,6	37,3	-	-
Hemicelulose ⁵	2,1	16,0	62,5	-	-
Lignina ⁵	180,4	12,4	15,8	-	-
PIDN ^{6,8}	228,8	201,6	75,3	-	-
PIDA ^{6,9}	170,7	101,6	8,3	-	-
Carboidratos não fibrosos ⁵	127,5	783,9	353,3	-	-
Nutrientes digestíveis	548,8	879,5	765,2	-	-

totais⁵

¹Substrato exaurido da produção de cogumelos; ²Ureia Livre; ³Ureia microencapsulada em cera de carnaúba; ⁴g/kg de matéria natural; ⁵g/kg de MS; ⁶g/Kg de PB; ⁷Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; ⁸Proteína insolúvel em detergente neutro; ⁹Proteína insolúvel em detergente ácido.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais de acordo com os níveis de inclusão da ureia livre e microencapsulada em cera de carnaúba.

ITENS	Níveis de inclusão de ureia (g/kg MS da dieta)				
	U _{LIVRE} ¹		UME _{CERA} ²		
	4,0	10,0	20,0	30,0	40,0
Ingredientes (g/kg de MS)					
SEPC ³	400	400	400	400	400
Milho moído	397	392	411	430	448
Farelo de soja	184	183	154	125	97
Ureia	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ureia microencapsulada	0,00	10,0	20,0	30,0	40,0
Suplemento mineral	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Composição química					
Matéria seca ⁴	884	884	885	886	887
Matéria mineral ⁵	77,3	77,0	75,4	73,7	72,0
Proteína bruta ⁵	147	146	145	145	144
Extrato etéreo ⁵	27,0	26,7	26,8	26,9	27,0
FDN _{CP} ^{5, 6}	328	328	326	324	323
Celulose ⁵	229	229	229	229	229
Hemicelulose ⁵	18,7	18,5	17,1	15,5	14,1
Lignina ⁵	80,0	79,9	79,7	79,5	79,2

PIDN ^{5, 7, 8}	18,5	18,4	18,6	18,8	18,9
PIDA ^{5, 7, 9}	11,01	10,96	11,13	11,30	11,46
Carboidratos não fibrosos ⁵	421	423	427	431	435
Nutrientes digestíveis totais ⁵	718	712	716	719	721

¹Ureia livre; ²Ureia microencapsulada em cera de carnaúba; ³Substrato Exaurido da Produção de Cogumelos; ⁴g/kg de matéria natural; ⁵g/kg de MS; ⁶Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; ⁷g/Kg de PB; ⁸Proteína insolúvel em detergente neutro; ⁹Proteína insolúvel em detergente ácido.

Abate

No início e no final do período experimental foram realizadas pesagens dos animais, submetidos a jejum de sólidos por 16 horas, para obter informações do ganho de peso total e ganho médio diário (GMD).

Após o confinamento de 91 dias, os animais passaram por um período de jejum de sólidos por 16 horas e foram transferidos para o frigorífico comercial, localizado na Fazenda União, Km 06 – Zona Rural, Pintadas – BA, e abatidos. O abate foi realizado de acordo com as diretrizes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (2000). Os animais foram insensibilizados por pistola pneumática e em seguida passaram pelo processo de sangria através da secção das veias jugulares e as artérias carótidas, e posteriormente esfolados e eviscerados. Logo as carcaças foram acondicionadas em câmara fria a 4 °C durante 24 horas.

Ao término deste período foram realizadas avaliações de pesagens, pH e realização dos cortes comerciais. As amostras do músculo *Longissimus lumborum* foram coletadas, identificadas, embaladas em sacos plásticos estéreis e congeladas em freezer a -18°C até a realização das análises das propriedades físico-químicas, composição de ácidos graxos e atributos sensoriais. Antes de iniciar as análises as amostras foram descongeladas sob refrigeração a 10°C.

Avaliação Físico-Química da Carne

As avaliações físico-químicas da carne foram realizadas utilizando o músculo *Longissimus lumborum*, 10 amostras por tratamento. O pH foi avaliado, após o

resfriamento da carne, 24h depois do abate, de acordo com os procedimentos descritos pela Associação de Químicos Analíticos Oficiais (AOAC) (2012). A medição do pH foi realizada em triplicata, por meio de potenciômetro digital (Modelo HI981036, HANNA Instruments, Rhode Island, EUA) com extremidade do tipo espeto inserido diretamente no corte cárneo entre a 12^a e 13^a costelas, obtendo posteriormente um valor médio.

A capacidade de retenção de água (CRA), foi determinada utilizando a metodologia descrita por Hamm (1986), nesta análise 2 g de amostra é colocada em um papel filtro e submetida a pressão. Os resultados são baseados na diferença de peso antes e depois das amostras serem submetidas a uma força equivalente a 10 kg durante 5 minutos, em que uma quantidade de água da amostra é perdida em relação ao peso inicial e expressa em porcentagem de água exsudada.

A perda de peso por cocção (PPC) foi calculada de acordo com a American Meat Science Association (AMSA) (2016), de acordo com a diferença de peso das amostras antes e depois do tratamento térmico. Para obtenção deste resultado as amostras foram cortadas em cubos de 25 mm × 25 mm, medidas com paquímetro digital, pesados e assados em grill elétrico (George Foreman Grill Jumbo GBZ6BW, Rio de Janeiro, Brasil) até atingirem 71 °C no centro geométrico, passando por monitoramento através de um termopar, equipado com leitor digital (Tenmars TM-364 Thermometer). Em seguida, as amostras foram submetidas a uma temperatura ambiente até o resfriamento e foram novamente pesadas.

A força de cisalhamento (FC) foi mensurada de acordo com a metodologia descrita por Shackelford, Wheeler e Koohmaraie (1999), em duplicata. Para esta determinação foi utilizado o texturômetro (CT3 Texture Analyser Brookfield - Massachusetts, Estados Unidos), equipado com uma lâmina tipo Warner Bratzler, utilizando-se uma velocidade entre 5 e 10 mm/s. As amostras foram cortadas em cubos de 1 cm de diâmetro, em sentido perpendicular às fibras musculares, e o resultado obtido foi expresso em *Newton* (N).

A análise de cor foi realizada em triplicata, através do colorímetro Minolta (Konica Minolta, Chroma Meter CR 410, Tóquio, Japão). Para a análise acontecer de forma padronizada, o colorímetro foi calibrado com um padrão branco e outro preto. Antes da leitura, as amostras foram expostas ao ar atmosférico por um período de 30

minutos, promovendo a oxigenação da mioglobina. Foram avaliados os parâmetros L^* - luminosidade ($L^* 0$ = preto; 100 = branco), a^* - índice de vermelho, b^* - índice de amarelo e c^* - índice de chroma. Esses parâmetros foram medidos em três pontos diferentes no músculo (em zonas não sobrepostas), obtendo-se uma média das variáveis (Macdougall; Taylor, 1975).

Para a determinação da composição química da carne as amostras foram submetidas a congelamento em ultrafreezer (ColdLab CL580-86V) a uma temperatura de -80°C e posteriormente liofilizadas (Liofilizador Liotop L101). Após o processo de liofilização, as amostras foram trituradas e peneiradas em peneira de crivo de 1 mm. As análises foram realizadas com base nos procedimentos descritos pela AOAC (2012): matéria seca (MS) (método 967.03), matéria mineral (MM) (método 942.05), proteína bruta (PB) (método 981.10) e extrato etéreo (EE) (método 920.29).

Análise de Ácidos Graxos

A composição de ácidos graxos foi realizada de acordo com Kramer et al. (1997) com adaptações na medida de frequência e no tempo de centrifugação. Foram pesadas 0,5 g de amostras liofilizadas em tubos de ensaio de 16x150mm com tampa de rosca e septo. Foram adicionados 2mL de hexano e 2mL de metóxido de sódio a 0,5N em metanol. Em seguida, os tubos foram tampados e agitados levemente em vórtex (Fisatom 772, São Paulo, Brasil) por 30 segundos e depois aquecidos em banho maria a 50°C por 10 minutos e posteriormente resfriados. Foram adicionados 3mL de solução de cloreto em metanol e aquecido novamente em banho maria a 80°C por 10 minutos. Em seguida, os tubos foram resfriados e adicionado 1mL de hexano e 10mL de K_2CO_3 6% lentamente nas paredes do tubo, tampados e agitados em vórtex por 30 segundos e logo depois centrifugados (CENTRIBIO 80-2B, EQUIPAR Ltda., Paraná, Brasil) à 3200 rpm por 5 minutos. Os tubos de ensaio foram retirados da centrífuga e o sobrenadante transferido para tubo falcon de 15mL com aproximadamente 1g de Na_2SO_4 , tampado e centrifugado novamente a 3200 rpm por 5 minutos. O sobrenadante foi coletado e colocado em vials de injeção e armazenados em freezer a -20°C .

A determinação da composição de ácidos graxos foi realizada através de cromatografia gasosa. Em um cromatógrafo gasoso equipado com um detector de

ionização (CG-FID Clarus 680; Perkin-Elmer) foram separados os ésteres metílicos de ácidos graxos com uma coluna (30m x 0,25mm x 0,25µm) e identificados por meio da comparação dos tempos de retenção obtidos do cromatograma padrão (C4–C24, 189–19-AMP, Sigma-Aldrich) baseado no método proposto por Souza et al. (2017). A quantificação dos ácidos graxos foi expressa em porcentagem e os picos encontrados foram comparados com os dados dos bancos de dados espectrais, utilizados como parâmetro para a identificação conclusiva dos ácidos graxos.

Análise Sensorial

Os atributos sensoriais foram avaliados a partir de um painel de 104 (cento e quatro) provadores não treinados, seguindo recomendação da ISO 11136:2014, sem distinção de sexo, com idades diversas (acima de 18 anos). As amostras de carne crua, de cada tratamento experimental, foram agrupadas e grelhadas em grill elétrico (George Foreman Grill Jumbo GBZ6BW, Rio de Janeiro, Brasil), até o centro geométrico das amostras atingirem 71°C. Após finalizado o cozimento, as amostras foram cortadas em cubos de aproximadamente 1,2 cm, de aproximadamente 5 g cada, e embaladas no papel alumínio, sendo colocadas em banho-maria em uma temperatura de 75°C para manutenção da temperatura. Nenhum sal ou especiarias foram adicionados, para não provocar alterações sensoriais.

As avaliações sensoriais foram realizadas em cabines individuais, no Laboratório de Análise Sensorial – B15, sediado na Escola de Nutrição da Universidade Federal da Bahia. Cada provador, após a leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecimento (TCLE) declarando sua participação voluntária na pesquisa, recebeu cinco amostras de carnes grelhadas, distribuídas aleatoriamente e codificadas com três dígitos numéricos. Cada provador foi orientado a provar uma amostra por vez e água e biscoitos cream cracker foram fornecidos como acompanhamento para a limpeza do paladar entre as amostras. O tempo de duração de cada sessão foi de aproximadamente 20 minutos. Os provadores receberam uma ficha de avaliação (ANEXO A) para avaliar os atributos de sabor, aparência, suculência, odor e características gerais de aceitação. Os atributos sensoriais foram determinados por meio de uma escala de intensidade estruturada de nove pontos, variando de 1 a 9, sendo 1 "desgostei muito" e 9 "gostei muito".

Análise Estatística

Para a análise dos dados da composição físico-química foi utilizado o modelo estatístico a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Onde: Y_{ij} = valor observado na unidade experimental que recebeu o tratamento i ; μ = média geral comum a todas as observações; τ_i = efeito do tratamento i ; ε_{ij} = erro aleatório.

A análise sensorial foi avaliada em blocos ao acaso, considerando os provadores como blocos. Cada tratamento foi distribuído igualmente pelos blocos. Foi utilizado o modelo estatístico a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Onde: Y_{ijk} = valor observado na unidade experimental que recebeu tratamento i , replicação j ; μ = média geral comum a todas as observações; τ_i = efeito do tratamento i ; β_j = efeito do bloco j ; ε_{ijk} = erro aleatório.

Os dados obtidos nas análises foram analisados com o procedimento MIXED do SAS 9.4. As médias foram comparadas por meio de contrastes ortogonais, estabelecidos por meio do PROC IML. Um contraste foi realizado para comparar separadamente os tratamentos ureia livre (4,0g) e o tratamento ureia microencapsulada em cera de carnaúba (10g), uma vez que possuíam a mesma quantidade teórica de ureia em suas composições, diferindo qualitativamente pela microencapsulação da ureia em cera de carnaúba. Contrastes lineares e quadráticos foram realizados entre os tratamentos contendo ureia microencapsulada (10; 20; 30 e 40g). As diferenças significativas foram estabelecidas em $P \leq 0,05$.

RESULTADOS

A inclusão de ureia microencapsulada na dieta dos cordeiros não demonstrou diferenças sobre os parâmetros de pH ($P=0,71$), capacidade de retenção ($P=0,07$), força de cisalhamento da carne ($P=0,40$) e índices de cor (L^* ; $P=0,09$), (a^* ; $P=0,46$), (b^* ; $P=0,51$), (c^* ; $P=0,44$) e (H^* ; $P=0,51$). Foi observada uma redução linear ($P=0,0005$) na perda por cocção da carne, além de uma diferença ($P=0,002$) entre

dois tratamentos, um contendo ureia livre (4,0g) e o outro ureia microencapsulada em cera de carnaúba (10g), em contraste estatístico realizado para avaliar a diferença entre elas, já que possuíam a mesma quantidade de ureia em suas composições (Tabela 3).

A composição centesimal da carne não apresentou diferenças pela inclusão da ureia microencapsulada sobre os valores de proteína ($P=0,36$) e lipídio ($P=0,78$). Entretanto a umidade demonstrou um comportamento quadrático ($P<0,05$) e cinzas apresentou uma redução linear ($P=0,04$) sob os níveis de ureia microencapsulada incluídos. Foi apresentada uma média de 21,54% de proteína, 3,28% de lipídios, 73,14% de umidade e 2,16% de cinzas (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição físico-química do músculo *Longissimus lumborum* da carne de cordeiros alimentado com ureia microencapsulada com cera de carnaúba.

Parâmetros	U _{LIVRE} ¹		UM _{CERA} ¹			EPM ²	P-valor ³		
	4	10	20	30	40		4x10 ⁴	L ⁵	Q ⁶
Peso Inicial(kg)	31,0	32,3	31,2	31,5	31,3	0,72	-	-	-
Peso Final (kg)	48,4	48,3	47,6	47,0	43,0	0,84	-	-	-
Ph	5,94	5,91	5,97	5,87	5,92	0,05	0,65	0,48	0,28
FC (N) ⁷	18,71	21,7	22,19	19,90	19,70	1,43	0,14	0,53	0,96
CRA ⁸	37,49	37,08	38,75	39,14	38,63	0,80	0,73	0,07	0,35
PPC ⁹	46,92	37,92	36,88	36,33	24,00	1,95	0,002	0,0005	0,40
Composição química									
Umidade	73,2	73,5	72,7	72,9	73,4	0,23	0,32	0,15	0,05
Cinzas	2,2	2,19	2,15	2,1	2,2	0,03	0,78	0,04	0,82
Proteína	21,6	21,7	21,2	21,7	21,5	0,18	0,81	0,93	0,09
Lipídio	3,3	3,2	3,4	3,3	3,2	0,12	0,51	0,74	0,25
Índice de Cor									
(L*) ¹⁰	37,85	38,98	37,84	39,13	36,97	0,61	0,20	0,33	0,09
(a*) ¹¹	20,61	20,82	20,41	21,24	20,65	0,32	0,66	0,33	0,20
(b*) ¹²	4,37	4,61	4,26	5,02	4,59	0,32	0,61	0,27	0,24
(c*) ¹³	21,08	21,34	20,86	21,84	21,23	0,37	0,62	0,29	0,19

(H*)¹⁴ 11,67 12,39 11,68 13,20 12,39 0,69 0,46 0,21 0,24

¹Níveis em inclusão (g/kg de MS); ²Erro padrão da média; ³Diferença significativa assumida quando P<0,05; ⁴Contraste realizado entre tratamentos Ureia livre (4,0g) vs Ureia microencapsulada em cera de carnaúba (10g); ⁵Linear; ⁶Quadrático; ⁷Força de cisalhamento (*Newton force*); ⁸Capacidade de retenção; ⁹Perda por cocção; ¹⁰Luminosidade; ¹¹Vermelho; ¹²Amarelo; ¹³Croma; ¹⁴Tonalidade.

Atributos Sensoriais

A utilização da ureia microencapsulada na dieta de cordeiros não provocou diferenças para os atributos de sabor (P=0,63), odor (P=0,75), aparência (P=0,66) e aceitação global (P=0,83). Observou-se diferença apenas na suculência (P=0,01) entre dois tratamentos, um contendo ureia livre (4,0g) e o outro ureia microencapsulada em cera de carnaúba (10g) em contraste estatístico realizado (Tabela 4).

Tabela 4 - Atributos sensoriais avaliados na análise sensorial da carne de cordeiros alimentados com ureia microencapsulada em cera de carnaúba.

Atributos	U _{LIVRE} ¹		UM _{CERA} ¹			EPM ²	P-valor ³		
	4	10	20	30	40		4x10 ⁴	L	Q
Sabor	6,52	6,67	6,49	6,74	6,49	0,17	0,46	0,47	0,23
Aparência	6,44	6,63	6,67	6,66	6,67	0,16	0,28	0,22	0,85
Suculência	6,65	6,17	6,47	6,69	6,76	0,18	0,012	0,51	0,15
Odor	6,35	6,56	6,53	6,41	6,44	0,17	0,24	0,78	0,79
Aceitação	6,61	6,67	6,66	6,74	6,52	0,15	0,76	0,53	0,79
Global									

¹Níveis em inclusão (g/kg de MS) de ureia livre e ureia microencapsulada em cera de carnaúba; ²Erro padrão da média; ³Diferença significativa assumida quando P<0,05; ⁴Contraste realizado entre tratamentos Ureia livre (4,0g) vs Ureia microencapsulada em cera de carnaúba (10g).

Ácidos Graxos

Na composição dos ácidos graxos, comportamentos quadráticos foram identificados nos ácidos 10:0 (cáprico) (P=0,004), 14:0 (mirístico) (P=0,008), 15:0 (pentadecanoico) (P=0,009), 14,1 (miristoleico) (P=0,008) e 16:1 (palmitoleico) (P=0,009) (Tabela 5).

Saturados	45,77	49,3 ²	49,79	45,87	46,50	1,73 ³	0,154	0,92 ¹	0,86 ⁶
MUFA ⁷	47,22	43,4 ⁴	44,91	46,59	46,32	1,75 ⁴	0,134	0,95 ⁹	0,52 ⁴
PUFA ⁸	7,000	7,32 ⁷	6,716	6,810	7,032	0,68 ⁹	0,738	0,70 ³	0,59 ⁶

¹Erro padrão da média; ²Diferença significativa assumida quando $P < 0,05$; ³Níveis em inclusão (g/kg de MS) de ureia livre e microencapsulada em cera de carnaúba;

⁴Contraste realizado entre tratamentos ULIVRE4 vs UMECERA10; ⁵Linear;

⁶Quadrático; ⁷Ácidos graxos monoinsaturados; ⁸Ácidos graxos poliinsaturados.

DISCUSSÕES

Não foram encontradas diferenças nos parâmetros de força de cisalhamento, capacidade de retenção de água e índices de cor sob a inclusão da ureia microencapsulada na dieta. O pH da carne também não demonstrou ser influenciado pelas dietas experimentais aplicadas. Os valores de pH encontrados, variam de 5,8 a 5,9 e são considerados aceitáveis quando comparados ao comunicado técnico publicado pela Embrapa com autoria de De Lima et al. (2018) que consideram como valores ideais de 5,48 a 6,30. O pH quando em conformidade favorece o desenvolvimento de boas características sensoriais e indicam que o músculo foi transformado em carne (Mancini & Hunt, 2005).

O resultado deste estudo demonstra que não há influência da ureia de liberação lenta sobre o pH da carne. Mazza et al. (2024) também afirmam que a utilização da ureia de liberação lenta não afeta o pH da carne. Ao conduzirem um estudo que avaliou os efeitos da utilização de ureia revestidas em microesferas de gordura vegetal na dieta de ovinos, os autores identificaram valores similares de pH (de 5,7 a 5,8). A ausência de modificações no pH devido o uso da ureia é considerado benéfico para a qualidade da carne, já que é um parâmetro imprescindível de qualidade, estando diretamente relacionado à formação das características sensoriais de melhor coloração, maciez e suculência (Cruz, Santos, Azevedo & Silva, 2016).

Foram observadas uma redução linear e uma diferença sobre contraste estatístico realizado dos valores de perda por cocção (PPC). Os resultados revelam uma média de PPC, dos tratamentos que utilizaram ureia de liberação lenta microencapsulada com cera de carnaúba, de 34%. Esta redução demonstra relação com a liberação lenta da ureia, pois é possível verificar uma porcentagem mais elevada (46,92%) na

perda por cocção do tratamento que utiliza a ureia livre. Roberto et al. (2023) que também avaliaram ureia de liberação lenta, no entanto, utilizando outra técnica, identificaram o valor médio de 36,30%, valor próximo ao resultado encontrado.

Estes resultados de perda por cocção são considerados interessantes para a qualidade da carne, já que este parâmetro é considerado um importante fator comercial, estando diretamente relacionada ao rendimento da carne, pois quanto maior for a PPC, menor será o rendimento para consumo. As perdas mínimas de cocção são desejáveis, visando evitar que a carne desenvolva características que a classifique como dura e seca (Santos et al., 2021). Ou seja, menores valores de perda por cocção garantem uma carne mais macia, succulenta e com menor rigidez em sua estrutura miofibrilar (Warner, 2023).

Em relação a composição centesimal da carne não foram identificados efeitos sobre os conteúdos de proteína e lipídio. Foi identificado apenas diferença na umidade pelo aumento quadrático registrado ($P=0,05$) e no teor de cinzas demonstrando uma redução linear ($P=0,04$). A ausência de alterações na capacidade de retenção de água, anulam a possibilidade do aumento da umidade e consequentemente da variação no teor de cinzas, terem sido provocadas por uma maior retenção de água, sugerindo que estas diferenças estão relacionadas a outros fatores. Além disso, não são constatadas relações destas diferenças com os resultados encontrados de pH, força de cisalhamento, proteína e lipídios, que poderiam evidenciar a influência da modificação da dieta aplicada ou auxiliar na identificação da causa específica do aumento quadrático e da redução linear.

As diferenças encontradas da umidade e de cinzas podem estar relacionadas a fatores extrínsecos a utilização da ureia na dieta de ruminantes. Estes resultados quando comparados com dados obtidos em pesquisas realizadas por Carvalho et al. (2018), Mazza et al. (2024); Saro et al. (2019), Roberto et al. (2023) e Silva (2017) em que todos avaliam a utilização de ureia na alimentação animal, não indicam relações prováveis sobre a utilização da ureia na dieta que justifiquem as diferenças apresentadas, já que não apresentam as mesmas variações de umidade e cinzas.

Alguns pesquisadores relatam que ureia não é capaz de provocar modificações na composição química da carne, pois por meio das análises aplicadas não foram encontrados efeitos significativos nos parâmetros de pH, umidade, proteína, lipídios

e cinzas (Carvalho et al., 2018; Mazza et al., 2024; Saro et al., 2019).

Ao investigarem o efeito da ureia de liberação lenta na dieta de cordeiros, com níveis de 0,5% de ureia livre e outros três com ureia de liberação lenta (revestida de microesferas de gordura vegetal) nas porcentagens 1,25%, 2% e 3% da matéria seca total da dieta, Mazza et al. (2024), por exemplo, verificaram que não foram identificados efeitos significativos sobre a composição química e os parâmetros de qualidade da carne, indicando a possibilidade da utilização da ureia de liberação lenta na dieta de cordeiros sem que sejam promovido quaisquer efeitos adversos.

Saro et al. (2019) ao testarem os níveis de ureia de 0%, 0,6% e 0,95% da matéria seca da dieta, avaliaram que utilizar ureia na alimentação de cordeiros é uma prática viável para a nutrição animal. Em seus resultados registraram que não foram provocados efeitos sobre a qualidade da carne.

Apesar das especificações de cada estudo, é possível verificar que os resultados encontrados nesta pesquisa são considerados homogêneos quando comparados com os de outros autores que também avaliaram a utilização da ureia de liberação lenta e/ou a ureia na alimentação de ruminantes relacionando-as com a qualidade da carne.

Tratando sobre os atributos sensoriais analisados foi identificada uma diferença na suculência entre o tratamento com ureia livre (4,0g) e o com a ureia microencapsulada em cera de carnaúba (10,0g), devido ao contraste estatístico realizado. A comparação realizada entre os dois tratamentos estimula uma percepção tendenciosa de que a utilização da ureia de liberação lenta pode ter provocado um efeito negativo neste aspecto, entretanto os demais resultados encontrados promovem oposição sobre esta percepção, já que as amostras com maiores níveis (20, 30 e 40g) de ureia microencapsulada demonstraram notas melhores (respectivamente 6,47, 6,69 e 6,76) comparados ao tratamento com a ureia microencapsulada em cera de carnaúba (10,0g) que recebeu nota 6,17, demonstrando não haver relação da microencapsulação com a nota recebida.

Ao realizar um estudo que avaliava o efeito da substituição parcial do farelo de soja por ureia na alimentação de ovinos, Medeiros (2021) verificou que a utilização da ureia não promoveu diferenças na carne em relação à análise sensorial aplicada. Os

resultados encontrados com a análise sensorial demonstraram que os provadores, em sua maioria, aprovaram as características da carne testada, considerando que os valores médios encontrados estão entre as escalas de gostei e gostei moderadamente.

Os resultados encontrados sobre a composição de ácidos graxos da carne indicaram diferenças nos ácidos cáprico, mirístico, pentadecanóico, miristoleico, palmitoleico, trans linoléico e heptadecenóico apresentados na Tabela 5. Quando comparados estes resultados a alguns estudos que avaliaram a composição de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com ureia, são identificados resultados específicos em cada pesquisa.

Carvalho et al. (2018), por exemplo, na determinação da composição de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com silagem de milho perolado amonizada com ureia, constataram a redução linear dos níveis de ácidos graxos oleico (18:1) e erúico (22:1) e o aumento dos ácidos linoleico (18:2) e eicosadienoico (20:2), identificando maiores concentrações de poliinsaturados e saturados, quando comparados com o estudo atual.

Mazza et al. (2024) na determinação da composição de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com ureia de liberação lenta revestida de microesferas de gordura vegetal na dieta de cordeiros, encontraram comportamentos quadráticos das concentrações de *trans*-MUFA, *n*-6 PUFA e PUFA total.

As diferenças entre os estudos citados acima, podem ter relação com os outros componentes incluídos nas dietas (silagem de milho e gordura vegetal), componentes estes que podem influenciar diretamente na composição de ácidos graxos da carne. A quantidade escassa de publicações que determinam e avaliam a composição de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com ureia de liberação lenta, limitam a ampliação das discussões e confirmam a necessidade do desenvolvimento de mais estudos.

É possível verificar na composição de ácidos graxos da carne estudada, a predominância de ácidos saturados. De modo geral, os ácidos graxos saturados são mais prevalentes que os poliinsaturados no perfil de ácidos graxos da carne, consequentes da biohidrogenação dos ácidos poliinsaturados que acontecem no

rúmen, com uma predominante absorção no intestino de ácidos graxos saturados (Cooper et al., 2004). Os ácidos graxos consumidos pelos ruminantes através da dieta, passam por hidrólise e tornam-se disponíveis a ação das bactérias ruminais que incluem hidrogênios nas ligações insaturadas, formando ligações simples (Medeiros; Albertini; Marino, 2015).

Com o fornecimento de uma dieta a base de concentrados é possível promover uma composição de ácidos graxos rica em ômega-6 (Enser et al., 1998). No entanto, o ecossistema microbiano do rúmen promove a isomerização e hidrogenação extensivas, que conseqüentemente acarreta o desenvolvimento de uma composição de ácidos graxos da carne com menores índices de poliinsaturados do que foram produzidos (Oliveira et al., 2016).

Apesar das diferenças apresentadas dos ácidos graxos de cadeia saturada, alguns dos valores encontrados demonstram-se aceitáveis, quando comparados com valores de referência disponibilizados nos bancos de dados de composição de alimentos referente a carne de cordeiro da Australian Food Composition Database (AFCD) e da U.S. Department of Agriculture (USDA). Dos ácidos informados nestes sites oficiais a AFCD cita os valores de 3,4% para o ácido mirístico e 0,7% para o pentadecanóico e a USDA as porcentagens de 0,46% para o ácido cáprico e 7,04% para o mirístico, enquanto neste estudo foi evidenciado os valores médios dos ácidos 10:0, 14:0 e 15:0 de respectivamente 0,14%, 2,07% e 0,29%.

É possível verificar também que na soma de grupos de ácidos graxos foram identificadas médias de 47,87% de ácidos saturados, 45,31% de monoinsaturados e 6,96% de poliinsaturados. Esta soma, apresentada na Tabela 6, não demonstrou diferença entre os tratamentos experimentais, além de serem coerentes com um estudo de Madruga et al. (2005) sobre a composição de ácidos graxos da carne ovina, demonstrando maior porcentagem apenas dos ácidos poliinsaturados. Avaliando os aspectos qualitativos da carne de cordeiros (Santa Inês) submetidos a diferentes alimentações, o autor identificou um perfil de ácidos graxos da carne com valores de aproximadamente 48,52% de ácidos graxos saturados, 47,97% de monoinsaturados e 3,78% de poliinsaturados.

As somas de ácidos graxos também se apresentam aproximadas as porcentagens publicadas pela AFCD (45,74% saturados, 47,77% monoinsaturados e 6,47%

poliinsaturados), USDA (42,09% saturados, 47,23% monoinsaturados e 10,67% poliinsaturados) e na Tabela Brasileira de Composição de alimentos (TBCA) (50% saturados, 44,20 % monoinsaturados e 5,40% poliinsaturados).

Neste estudo, foram encontrados na determinação da composição os ácidos 20:4n6, 20:3n6, 20:2 e 18:2, poliinsaturados da série ômega-6, e o ácido 18:3n3 da série ômega-3. Wood et al. (2004) explicam que estas séries têm importância para a nutrição da população. Os autores relatam que embora as carnes de ruminantes possuam uma concentração maior de ácidos graxos saturados, comparada aos poliinsaturados, que a composição de poliinsaturados pode apresentar a presença de diversas cadeias de 20 e 22 (n-6 e n-3), que são benéficos para a saúde humana.

De modo geral, além de servir como alternativas na tentativa de redução dos riscos à saúde animal com a utilização da ureia convencional e na diminuição do uso de soja na dieta, através dos resultados encontrados nesta pesquisa e das comparações realizadas nesta discussão com estudos que avaliaram a utilização da ureia de liberação lenta e da ureia convencional e com valores de referência sobre a composição da carne de cordeiro, a ureia de liberação lenta microencapsulada em cera de carnaúba demonstra-se viável na utilização na dieta de cordeiros sem impactar na qualidade carne produzida.

CONCLUSÃO

A ureia de liberação lenta microencapsulada em cera de carnaúba pode ser utilizada na dieta de cordeiros, nos níveis de até 40g, por não influenciar nos parâmetros de qualidade de pH, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, índices de cor, proteína e lipídio e atuar de forma positiva na redução das perdas por cocção da carne de cordeiro e não promover alterações no perfil sensorial.

DECLARAÇÃO DE INTERESSE CONCORRENTE

Não há conflitos de interesse em relação a esta submissão.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a agência brasileira Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento parcial através do INCT/Carne (Cadeia Produtiva de Carne) (Processo 406734/2022-4), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela bolsa de estudos concedida (nº do

processo: BOL2237/2022) e a Universidade Federal da Bahia (UFBA) por oportunizar o desenvolvimento da educação e as instalações para aplicação das pesquisas.

REFERÊNCIAS

Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). (2012). *Official methods of analysis*. 19th ed. Washington, DC, USA.

Carvalho, A. D. B., da Silva, A. L., Silva, A. D. A., Netto, A. J., de Medeiros, T. T. B., Araújo Filho, J. M., & Bezerra, L. R. (2019). Effect of slow-release urea microencapsulated in beeswax and its inclusion in ruminant diets. *Small ruminant research*, 179, 56-63.

<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.09.005>

Carvalho, G. G., de Freitas, P. M. D., Santos, E. M., Araújo, G. G., de Oliveira, J. S., Rodrigues, T. C. G. D. C., & Rodrigues, C. S. (2018). Effects of pearl millet silage ammoniation with urea on carcass and meat quality of lambs. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 102(5), 1154-1166.

<https://doi.org/10.1111/jpn.12945>

Cooper, S. L., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G., Hallett, K. G., Enser, M., & Wood, J. D. (2004). Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. *Journal of animal science*, 82(5), 1461-1470. <https://doi.org/10.2527/2004.8251461x>

Cruz, B. C. C., dos Santos, C. L., Azevedo, J. A. G., & da Silva, D. A. (2016). Avaliação e composição centesimal e as características físico-químicas da carne de ovinos. *Pubvet*, 10, n.2, p.147-162.

<https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n2.147-162>

De Lima, L. D., De Oliveira Neto, J. B., Cavalcante, A. C. R., Albuquerque, F. D., De Araujo, A. M., De Oliveira, E. L... & De Moraes, O. R. (2018). Qualidade

nutricional e sensorial da carne de ovinos produzidos no município de Tauá, CE. *Comunicado Técnico*.

Enser, M., Hallett, K. G., Hewett, B., Fursey, G. A. J., Wood, J. D., & Harrington, G. (1998). Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat science*, 49(3), 329-341. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(97\)00144-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00144-7)

Hamm, R. (1986). Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. *Muscle as food*, 135-199.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-084190-5.50009-6>

Kramer, J. K., Fellner, V., Dugan, M. E., Sauer, F. D., Mossoba, M. M., & Yurawecz, M. P. (1997). Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. *Lipids*, 32, 1219-1228.

Lucena, K. H. D. O., Mazza, P. H., Oliveira, R. L., Barbosa, A. M., Perreira Filho, J. M., Bessa, R. J., & Bezerra, L. R. (2024). Slow-releasing urea coated with low-trans vegetable lipids: Effects on lamb performance, nutrient digestibility, nitrogen balance, and blood parameters. *Animal Feed Science and Technology*, 310, 115925.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2024.115925>

MacDougall, D. B., & Taylor, A. A. (1975). Colour retention in fresh meat stored in oxygen—a commercial scale trial. *International Journal of Food Science & Technology*, 10(3), 339-347.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1975.tb00037.x>

Madruga, M. S., De Sousa W. H., Rosales, M. D., Glória M. G., & Ramos, J. L. F. (2005). Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.1, p.309-315.

<https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000100035>

Mancini, R.A., & Hunt, M.C. (2005) Current research in meat color. *Meat Science*, 71 , 100 – 121. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.003>

Mazza, P. H., Bezerra, L. R., de Lucena, K. H. D. O., Pereira Filho, J. M., Barbosa, A. M., Bessa, R. J., & Oliveira, R. L. (2024). Effect of dietary inclusion of urea encapsulated in low-trans vegetable fat microspheres on fatty acids intake, carcass traits, quality, and fatty acid composition of lamb meat. *Small Ruminant Research*, 107289.

<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2024.107289>

Medeiros, N. M. G. (2021). *Ureia em substituição ao farelo de soja: características físico-químicas e sensoriais da carne ovina* (Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Rural de Pernambuco). Repositório Institucional UFRPE.

<https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/3371>

Medeiros, S. R., Albertini, T. Z., Marino, C. T. (2015). Lipídios na nutrição de ruminantes. *Nutrição de Bovinos de Corte Fundamentos e Aplicações*. EMBRAPA, v.1, 14 p.

<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1011217>

Medeiros, T. T. B., Azevedo Silva, A. M., Silva, A. L., Bezerra, L. R., Silva Agostini, D. L., Oliveira, D. L. V., & Oliveira, R. L. (2019). Carnauba wax as a

wall material for urea microencapsulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(3), 1078-1087. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9275>

Melo, M., Da Silva, A., Silva Filho, E., Oliveira, R., Silva Junior, J., Oliveira, J. P., & Bezerra, L. (2021). Polymeric microparticles of calcium pectinate containing urea for slow release in ruminant diet. *Polymers*, 13(21), 3776. <https://doi.org/10.3390/polym13213776>

Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA). (2000, 17 de janeiro). *Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário para animais de açougue*. Instrução normativa nº 3, Brasil.

Moreira, P. I. (2022). Entre extrativismo e ciência: a história da exploração da cera de carnaúba no Nordeste do Brasil na primeira metade do século XX. *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) revista de la Solcha*, 12(2), 107-139. <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2022v12i2.p107-139>

National Research Council (NRC). (2007). *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. National Academy Press, Washington, DC, USA.

Oliveira, M. A., Alves, S. P., Santos-Silva, J., & Bessa, R. J. (2016). Effects of clays used as oil adsorbents in lamb diets on fatty acid composition of abomasal digesta and meat. *Animal Feed Science and Technology*, 213, 64-73. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.01.006>

Roberto, F. F. D. S., Difante, G. D. S., Germano Costa, R., Ítavo, L. C. V., Bonin Gomes, M. D. N., Ferreira Ítavo, C. C. B., & Santana, J. C. S. (2023). Carcass characteristics and meat quality of Texel lambs finished in *Brachiaria* spp. pastures with different levels of extruded urea (200S)

supplementation. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 67(4), 526-545. <https://doi.org/10.1080/00288233.2023.2180758>

Rozanski, S., Vivian, D. R., Kowalski, L. H., Prado, O. R., Fernandes, S. R., de Souza, J. C., & de Freitas, J. A. (2017). Carcass and meat traits, and non-carcass components of lambs fed ration containing increasing levels of urea. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(3), 1577-1593. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n3p1587>

Santos, A. C. P., Santos, E. M., de Carvalho, G. G. P., Pinto, L. F. B., Pina, D. S., Perazzo, A. F., & de Lima Cruz, G. F. (2021). Productive and metabolic parameters, carcass and meat characteristics of lambs fed sorghum silage treated with urea and *Lactobacillus buchneri*. *Livestock Science*, 251, 104603. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104603>

Saro, C., Mateo, J., Andrés, S., Mateos, I., Ranilla, M. J., López, S., & Giráldez, F. J. (2019). Replacing soybean meal with urea in diets for heavy fattening lambs: Effects on growth, metabolic profile and meat quality. *Animals*, 9(11), 974. <https://doi.org/10.3390/ani9110974>

Silva, A., Pereira Filho, J. M., Oliveira, J., Lucena, K., Mazza, P., Silva Filho, E., Bezerra, L. (2023). Effect of slow-release urea on intake, ingestive behavior, digestibility, nitrogen metabolism, microbial protein production, blood and ruminal parameters of sheep. *Tropical Animal Health and Production*, 55(6), 414. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03833-8>

Silva, F. J. S. D. (2017). *Componentes do peso corporal e qualidade da carne*

de ovinos santa inês alimentados com dietas contendo diferentes fontes de carboidratos associadas à ureia. [Dissertação Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações.

<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/6952>

Souza, C. O. D., Leite, M. E. Q., Lasekan, J., Baggs, G., Pinho, L. S., Druzian, J. I., ... & Costa-Ribeiro, H. (2017). Milk protein-based formulas containing different oils affect fatty acids balance in term infants: A randomized blinded crossover clinical trial. *Lipids in Health and Disease*, 16, 1-11.

Warner, R. D. (2023). The eating quality of meat: IV—Water holding capacity and juiciness. *In Lawrie's meat science*. pp. 457-508. Woodhead Publishing.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85408-5.00008-X>

Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., ... & Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat science*, 66(1), 21-32.

[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00022-6)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo foi possível verificar que a ureia microencapsulada em cera de carnaúba demonstra-se uma alternativa viável para a alimentação de cordeiros, em níveis de até 40g, pois permite a utilização de maiores concentrações da ureia na dieta, sem comprometer a qualidade da carne. A inclusão da ureia microencapsulada apresentou valores reduzidos de perda por cocção e boa aceitação da carne em seus atributos sensoriais, o que pode ser considerado benéfico do ponto de vista do consumidor para a qualidade da carne em relação à saúde e ao rendimento deste alimento. Destaca-se a importância da aplicação de estudos complementares que possibilitem, além da ampliação das discussões sobre o tema proposto, a captação de mais informações sobre a utilização da ureia microencapsulada em cera de carnaúba na alimentação de demais ruminantes com enfoque na qualidade da carne.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. M., MAGALHÃES, D. R., FREITAS, M.A., SANTOS, E. J., PEREIRA, M.L.A., PEDREIRA, M. S. Nitrogen metabolism and microbial synthesis in sheep fed diets containing slow release urea to replace the conventional urea. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.36, p.55-62, 2014a.
- ALVES, L. G. C., FERNANDES, A. R. M., DA SILVEIRA OSÓRIO, J. C., OSÓRIO, M. T. M., NUBIATO, K. E. Z., DA CUNHA, C. M., NETO, A. P. C. Composição de ácidos graxos na carne de cordeiro em confinamento. **PUBVET**, Londrina, v.6, n.32, Ed. 219, 2012.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION (AMSA). **Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation, and Instrumental Tenderness Measurements of Meat**. 2.Ed., p.6-99, 2016.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**, 19th ed. Association of Official Analytical Chemistry, Washington, DC, USA, 2012.
- BATISTA, A.S. M., COSTA, R. G., GARRUTI, D. D. S., MADRUGA, M. S., QUEIROGA, R. D. C. R. D. E., ARAÚJO FILHO, J. T. D. Effect of energy concentration in the diets on sensorial and chemical parameters of Morada Nova, Santa Inez and Santa Inez x Dorper lamb meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2017-2023, 2010.
- BEJERHOLM, C., TORNGREN, M. A., AASLYNG, M. D. Cooking of meat. In: **Encyclopedia of meat sciences**. Elsevier Inc. p. 370-376, 2014.
- BOMFIM, M. A. D., OLIVEIRA L. S., FERNANDES, M.F. Uso da nutrição para a diferenciação e a valorização da qualidade do leite e da carne: um novo paradigma na nutrição de pequenos ruminantes. In: **I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal**, 2008.
- CABRERA, M. C., SAADOUN, A. An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America. **Meat science**, v. 98, n. 3, p. 435-444, 2014.
- CALNAN, H. B., JACOB, R. H., PETHICK, D. W., GARDNER, G. E. Factors affecting the colour of lamb meat from the longissimus muscle during display: The influence of muscle weight and muscle oxidative capacity. **Meat science**, v.96, n. 2, p. 1049-1057, 2014.
- CARDOSO, G. S., PEREIRA, L. B., MARTINI, A. P. M., DE MOURA, A. F., DA SILVA, M. A., CATTELAM, P. M. M., KLEIN, J. L., DRUZIAN, A. S., BRONDANI, I. L., ALVES FILHO, D. C. Non-carcass components of finished feedlot steers fed with slow release or agricultural urea in substitution of soybean meal. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, p.2761-2770, 2019.

CARVALHO, A. B., SILVA, A. L., SILVA, A. D. A., NETTO, A. J., DE MEDEIROS, T. T. B., ARAÚJO FILHO, J. M., BEZERRA, L. R. Effect of slow-release urea microencapsulated in beeswax and its inclusion in ruminant diets. **Small Ruminant Research**, v.179, p.56-63, 2019.

CHACKO KAITHOLIL, S. R., MOONEY, M. H., AUBRY, A., REZWAN, F., SHIRALI, M. Insights into the influence of diet and genetics on feed efficiency and meat production in sheep. **Animal Genetics**, v.55, n.1, p.20-46, 2024.

CHERDTHONG, A; WANAPAT, M. Development of urea products as rumen slow-release feed for ruminant production: a review. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, v. 4, n. 8, p. 2232-2241, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Quadro de Suprimentos de Oferta e Demanda**, setembro, 2024.

COSTA, M. A. L., VALADARES FILHO, S. D. C., PAULINO, M. F., VALADARES, R. F. D., CECON, P. R., PAULINO, P. V. R., MAGALHÃES, K. A. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de tourinhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.268-279, 2005.

CUENCA, M. A. G., MARTINS, E. C., SANTOS, A. S., MUNIZ, E. N., SANTOS, R. P. C., GONZÁLEZ, E. O. **Caracterização do consumo das carnes caprina e ovina na cidade de Salvador**. Sobral: Embrapa. Caprinos e Ovinos, 2008.

DE LIMA, L. D., DE OLIVEIRA NETO, J. B., CAVALCANTE, A. C. R., ALBUQUERQUE, F. D., DE ARAUJO, A. M., DE OLIVEIRA, E. L., DE MORAIS, O. R. Qualidade nutricional e sensorial da carne de ovinos produzidos no município de Tauá, CE. **Comunicado Técnico**, 2018.

DE SMET, S., VOSSEN, E. Meat: The balance between nutrition and health. A review. **Meat Science**, v.120, p.145-156, 2016.

DHAKAL, S. P., HE, J. Microencapsulation of vitamins in food applications to prevent losses in processing and storage: A review. **Food Research International**, v.137, 109326, 2020.

FERNANDES, A. R. M., ORRICO JUNIOR, M. A. P., ORRICO, A. C. A., VARGAS JUNIOR, F. M. D., OLIVEIRA, A. B. D. M. Desempenho e características qualitativas da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento alimentados com dietas contendo soja grão ou gordura protegida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1822-1829, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), **World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 Revision**, 2012.

Food Standards Australia New Zealand. **Australian Food Composition Database (AFCD) – Release 2.0**, 2025.

GERON, L. J. V., GARCIA, J., DE AGUIAR, S. C., DA COSTA, F. G., DA SILVA, A. P., NETO, E. L. S., SANTOS, I. S. Ureia de liberação lenta na alimentação de ovinos sobre o balanço de nitrogênio. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 683-696, 2018.

HAMM, R. Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. **Muscle as food**, p.135-199, 1986.

HUGHES, J. M., OISETH, S. K., PURSLOW, P. P., WARNER, R. D. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. **Meat science**, v.98, n.3, p.520-532, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Produção Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, v. 51, p.1-12, 2023.

JOO, S. T., KIM, G. D., HWANG, Y. H., RYU, Y. C. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat science**, v.95, n.4, p.828-836, 2013.

KNAPIK, J., ROPKA-MOLIK, K., PIESZKA, M. Genetic and nutritional factors determining the production and quality of sheep meat—a review. **Annals of animal science**, v.17, n.1, p.23-40, 2017.

KNAUS, W.F., BEERMANN, D.H., GUIROY, P.J., BOEHM, M.L., FOX, D.G. Optimization of rate and efficiency of dietary nitrogen utilization through the use of animal by-products and (or) urea and their effects on nutrient digestion in Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p.753-760, 2001.

KOOHMARAIE, M., SHACKELFORD, S., VEISETH, E., KENT, M. P., WHEELER, T. L. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship. **Meat Science**, v.62, n.3, p.345-352, 2002.

KRAMER, J. K., FELLNER, V., DUGAN, M. E., SAUER, F. D., MOSSOBA, M. M., YURAWECZ, M. P. Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. **Lipids**, v.32, p.1219-1228, 1997.

LEÃO, A. G., SILVA SOBRINHO, A. G. D., MORENO, G. M. B., SOUZA, H. B. A. D., GIAMPIETRO, A., ROSSI, R. C., PEREZ, H. L. Características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1253-1262, 2012.

LEONARDO, A. P. **Composição dos ácidos graxos e teor de colesterol da carne de ovinos pantaneiros**. Orientadora: Maria Teresa Moreira Osório. 2014. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, 2014.

LUCENA, C. C., MARTINS, E. C., MAGALHAES, K. A., HOLANDA FILHO, Z. F. Produtos de origem caprina e ovina: mercado e potencialidades na região do

Semiárido brasileiro. **Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos**. - n. 3, (jul. 2018) – Dados eletrônicos. Sobral, CE : Embrapa. Caprinos e Ovinos, 2018.

LUCENA, K. H. O.S., MAZZA, P. H. S., OLIVEIRA, R. L., BARBOSA, A. M., PERREIRA FILHO, J. M., BESSA, R. J., BEZERRA, L. R. Slow-releasing urea coated with low-trans vegetable lipids: Effects on lamb performance, nutrient digestibility, nitrogen balance, and blood parameters. **Animal Feed Science and Technology**, v.310: 115925, 2024.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1 ed. São Paulo: Albino Luchiari Filho, p.134, 2000.

MACDOUGALL, D.B., TAYLOR, A.A. Colour retention in freshly cutmeat stored in oxygen-a commercial scale trial. **Journal of Food Technology**, v.10, p.339–347, 1975.

MEDEIROS, T. T. B., AZEVEDO SILVA, A. M., SILVA, A. L., BEZERRA, L. R., SILVA AGOSTINI, D. L., DE OLIVEIRA, D. L. V., OLIVEIRA, R. L. Carnauba wax as a wall material for urea microencapsulation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.99, n.3, p. 1078-1087, 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário para animais de açougue**. Instrução normativa nº 3, de 17 de janeiro, Brasil, 2000.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Relatório de gestão do exercício de 2013**, Secretaria Executiva, Brasília, 2013.

MONTEIRO, M.G., BRISOLA, M. V., VIEIRA FILHO, J. E. R. **Diagnóstico da cadeia produtiva de caprinos e ovinos no Brasil, Texto para Discussão**, nº. 2660, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2021.

MORENO, G. M. B., LIMA JÚNIOR, D. M., SOUZA, N. O. B., CIRNE, L. G., BOAVENTURA NETO, O., SOUZA, S. F. Lamb meat quality: genotype and nutritional handling. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v.19, n.3, p.118-129, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. National Academy Press, Washington, DC, USA, 2007.

NATIONAL HEALTH AND MEDICAL RESEARCH COUNCIL (AUSTRÁLIA). **Nutrient reference values for Australia and New Zealand**. Department of Health and Ageing. 2006.

NEDOVICA, V., KALUSEVICA, A., MANOJLOVICB, V., LEVICA, S., BUGARSKIB, B. An overview of encapsulation technologies for food applications. **Procedia Food Science**, v.1, p.1806-1815, 2011.

OLIVEIRA, M. A., ALVES, S. P., SANTOS-SILVA, J., BESSA, R. J. Effects of clays used as oil adsorbents in lamb diets on fatty acid composition of abomasal digesta and meat. **Animal Feed Science and Technology**, v. 213, p. 64-73, 2016.

OLIVEIRA, R. V., XIMENES, F., MENDES, C., FIGUEIREDO, R., PASSOS, C. **Manual de criação de caprinos e ovinos**. Brasília: Codevasf, 2011.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031**, 2022.

PEREIRA, L. G. R., GUIMARÃES JÚNIOR, R., TOMICH, T. R. Utilização da uréia na alimentação de ruminantes no semi-árido. In: **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**. Embrapa., 2008.

PINEDO, L. A., BERENCHTEIN, B., SELEM, A. S. M. A. Estudo dos processos bioquímicos da fermentação, degradação e absorção de nutrientes dos alimentos em ruminantes. **Pubvet**, v.2, n.11, 2008.

PONNAMPALAM, E. N., TROUT, G. R., SINCLAIR, A. J., EGAN, A. R., LEURY, B. J. Comparison of the color stability and lipid oxidative stability of fresh and vacuum packaged lamb muscle containing elevated omega-3 and omega-6 fatty acid levels from dietary manipulation. **Meat Science**, v.58, n.2, p.151-161, 2001.

PONNAMPALAM, Eric N.; HOLMAN, Benjamin; SCOLLAN, Nigel. Sheep: meat. In: **Encyclopedia of food and health**. Academic Press. v.4, p.750-757, 2016.

RODRIGUES, D.C., CACERES, C.A, RIBEIRO, H.L., ABREU, R.F.A., CUNHA .A.P., AZEREDO, H.M.C. Influence of cassava starch and carnauba wax on physical properties of cashew tree gum-based films. **Food Hydrocolloids**. v.38, p.147-151, 2014.

ROZANSKI, S., VIVIAN, D. R., KOWALSKI, L. H., PRADO, O. R., FERNANDES, S. R., SOUZA, J. C., FREITAS, J. A. Carcass and meat traits, and non-carcass components of lambs fed ration containing increasing levels of urea. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, n.3, p.1577-1593, 2017.

SARCINELLI, M. F., VENTURINI, K. S., SILVA, L. C. **Produção de Bovinos: tipo carne**. Boletim Técnico – PIEUFES:00307. Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.

SARO, C., MATEO, J., ANDRÉS, S., MATEOS, I., RANILLA, M. J., LÓPEZ, S., GIRÁLDEZ, F. J. Replacing soybean meal with urea in diets for heavy fattening lambs: Effects on growth, metabolic profile and meat quality. **Animals**, v.9, n.11, p.974, 2019.

SARO, C., DEGENEFFE, M. A., ANDRÉS, S., MATEO, J., CARO, I., LÓPEZ-FERRERAS, L., GIRÁLDEZ, F. J. Conventional feed-grade or slow-release coated urea as sources of dietary nitrogen for fattening lambs. **Animals**, v. 13, n. 22, p. 3465, 2023.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Ovinocultura: criação e manejo de ovinos de corte**. Coleção SENAR 265. Brasília, 2019.

SHACKELFORD, S. D., WHEELER, T. L., KOOHMARAIE, M. Evaluation of slice shear force as an objective method of assessing beef longissimus tenderness. **Journal of animal science**, v.77, n.10, p.2693-2699, 1999.

SILVA, A., PEREIRA FILHO, J. M., OLIVEIRA, J., LUCENA, K., MAZZA, P., SILVA FILHO, E., BEZERRA, L. Effect of slow-release urea on intake, ingestive behavior, digestibility, nitrogen metabolism, microbial protein production, blood and ruminal parameters of sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n.6: 414, 2023.

SILVA, N. V., SILVA, J. H. V., SOUZA COELHO, M., OLIVEIRA, E. R. A., ARAÚJO, J. A., LIMA AMÂNCIO, A. L. Características de carcaça e carne ovina: uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de influência. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.103-110, 2009.

SILVA SOBRINHO, A. G., PURCHAS, R., KADIM, I., YAMAMOTO, S. Meat Quality in Lambs of Different Genotypes and Ages at Slaughter. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1070-1078, 2005.

SOUZA, O., LAGES, A.M.G., SOUZA, M.T.C., SOUZA, W. Custo do tratamento químico de resíduos agrícolas com solução de ureia na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 2, N. 48, Art.464, Dez, 2008.

SOUZA, C. O. D., LEITE, M. E. Q., LASEKAN, J., BAGGS, G., PINHO, L. S., DRUZIAN, J. I., COSTA-RIBEIRO, H. Milk protein-based formulas containing different oils affect fatty acids balance in term infants: A randomized blinded crossover clinical trial. **Lipids in Health and Disease**, 16, 1-11, 2017.

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA)**, 2025.

United States Department of Agriculture (USDA). **FoodData Central**, 2019.

VIANA, J. G. A.; MORAES, M. R. E.; DORNELES, J. P. Dinâmica das importações de carne ovina no Brasil: análise dos componentes temporais. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.2223-2234, 2015.

WANG, B., MA, T., DENG, K. D., JIANG, C. G., DIAO, Q. Y. Effect of urea supplementation on performance and safety in diets of Dorper crossbred sheep. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.100, n.5, p.902-910, 2016.

WHEELER, T. L., SAVELL, J. W., CROSS, H. R., LUNT, D. K., SMITH, S. B. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n.12, p.4206-4220, 1990.

ANEXO A - FICHA DE AVALIAÇÃO: ANÁLISE SENSORIAL

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CARNE DE CORDEIRO

Nome: _____

Sexo: ☒ F ☐ M Idade: _____ Data: __/__/____

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

1. Com que frequência você consome carne de cordeiro?
- () Raramente (0 a 1 vez ao ano)
- () Esporadicamente (2 a 5 vezes ao ano)
- () Frequentemente (Mais de 5 vezes ao ano)

Instrução: Observe como você deve pontuar as características da carne. Utilize a escala abaixo para definir a nota, onde:

- 9 = Gostei muitíssimo**
8 = Gostei muito
7 = Gostei moderadamente
6 = Gostei ligeiramente
5 = Não gostei, nem desgostei
4 = Desgostei ligeiramente
3 = Desgostei
2 = Desgostei muito
1 = Desgostei muitíssimo

2. Por favor avalie as amostras codificadas utilizando a escala acima para atribuir a nota aos atributos a seguir:

Amostra:	
Atributos	Nota
Sabor	
Aparência	
Suculência	
Odor	
Aceitação Global	

Amostra:	
Atributos	Nota
Sabor	
Aparência	
Suculência	
Odor	
Aceitação Global	

Amostra:	
Atributos	Nota
Sabor	
Aparência	
Suculência	
Odor	
Aceitação Global	

Amostra:	
Atributos	Nota
Sabor	
Aparência	
Suculência	

Amostra:	
Atributos	Nota
Sabor	
Aparência	
Suculência	

Odor	
Aceitação Global	

Odor	
Aceitação Global	

3. Identifique as amostras na ordem da sua preferência quanto à impressão global:

1 ° Lugar	
2° Lugar	
3° Lugar	
4° Lugar	
5° Lugar	

Comentários: _____

PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- Participação em Trabalho Completo (publicado em anais de eventos);
- Participação em Resumo (publicado em anais de eventos);
- Participação (ouvinte) em Evento Nacional/Regional/Local.