



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**EFEITOS DA LISINA LIVRE E PROTEGIDA EM CERA DE CARNAÚBA  
ASSOCIADA AO TANINO DA *Mimosa tenuiflora* NA DIETA DE OVINOS**

**ROBERTO MATHEUS TAVARES DE OLIVEIRA**

**PATOS-PB**

**2024**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**EFEITOS DA LISINA LIVRE E PROTEGIDA EM CERA DE CARNAÚBA  
ASSOCIADA AO TANINO DA *Mimosa tenuiflora* NA DIETA DE OVINOS**

**ROBERTO MATHEUS TAVARES DE OLIVEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, na área de concentração: Nutrição Animal. Área de atuação: Avaliação de Alimentos e Nutrição Animal.

**Orientador:** Prof. Dr. José Morais Pereira Filho

**Co-orientador:** Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra

**PATOS – PB**

**2024**

## FICHA CATALOGRÁFICA

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado Bibliotecas – SISTEMOTECA/UFCG**

---

O48e

Oliveira, Roberto Matheus Tavares de

Efeitos da lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ao tanino da *Mimosa tenuiflora* na dieta de ovinos / Roberto Matheus Tavares de Oliveira. – Patos, 2023.  
61f.

Orientador: José Morais Pereira Filho.

Coorientador: Leilson Rocha Bezerra.

Mestrado (Dissertação) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

1. Compostos fenólicos. 2. Encapsulamento. 3. Proteína protegida. 4. Performance. 5. Balanço nutricional. I. Pereira Filho, José Morais, *orient.* II. Título.

CDU 636.2

---

Bibliotecário-documentalista: Bárbara Costa – CRB 15/806

**ROBERTO MATHEUS TAVARES DE OLIVEIRA**

**EFEITOS DA LISINA LIVRE E PROTEGIDA EM CERA DE CARNAÚBA  
ASSOCIADA AO TANINO DA *Mimosa tenuiflora* NA DIETA DE OVINOS**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Campina  
Grande, como parte dos requisitos do  
programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal para obtenção do título  
de Mestre em Ciência Animal.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Professor Dr. José Morais Pereira Filho.  
Orientador – PPGCA/CSTR/UFCG**

---

**Professor Dr. Leilson rocha Bezerra.  
Co-orientador – PPGCA/CSTR/UFCG**

---

**Professor Dr. Ricardo Loiola Edvan  
Examinador Externo – UFPI**

---

**Professor Dr. Marcos Jácome de Araújo  
Examinador Externo – UFPI**

**Trabalho aprovado em: 20 de fevereiro de 2024.**

**PATOS - PB**

Eu qualquer dia vou-me embora pro sertão

Pois a saudade não me deixa sossegar

Chegando lá visto logo o meu gibão

Selo o cavalo e vou pro mato vaquejar.

**Luiz Gonzaga-Vida de Vaqueiro.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder a saúde e sabedoria para percorrer essa trajetória. Por me fortalecer a cada amanhecer para conseguir superar os desafios.

Agradeço a minha família, por sempre ser a principal fonte de amor e paz. Minha Mãe Vanuzia, meu Pai Lourinho (*In memoriam*), meus irmãos Neto, Pedro, Karol, Aninha, minhas avós (Mãecleonice e Vovó Socorro), primos, tias e tios. Obrigado por tudo.

Agradeço a minha esposa Anna Karla, minha companheira, amiga, parceira de tudo. Você é uma fortaleza na minha vida. Gratidão por tudo. Peço que Deus continue abençoando nossos passos para trilharmos sempre esse caminho da união e com ele gerar frutos valiosos, com a graça de Deus.

Ao meu sogro e amigo Vavá e a minha sogra Cícera, por todo carinho, amizade e auxílio sempre em nossas vidas. Peço a Deus que ele continue protegendo e os livrando sempre de todo mal e de todos os perigos. Obrigado por tudo.

A todos os colegas de turma, pela parceria e aprendizados no decorrer desses 2 anos. De maneira especial, agradeço a meu amigo Claudiney Inô pela boa parceria em todas as fases desse trabalho, desde o planejamento inicial, fase experimental, até o final. Muito obrigado. Sou grato a Deus pelas boas amizades que faço no decorrer dessa vida.

Agradeço aos meus orientadores Prof. Dr. José Morais Pereira Filho e Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra pela orientação, paciência e direcionamento durante esse trabalho.

Agradeço aos professores Dr. Ricardo Loiola e Prof. Dr. Marcos Jácome por aceitarem participar desta comissão e contribuírem para o enriquecimento desse trabalho.

Ao professor Dr. André Leandro, por todas as contribuições nesse trabalho. Muito obrigado por toda sua disponibilidade.

A professora Dra. Juliana Paula, por todo o auxílio e orientação para a melhor condução do experimento.

Ao professor José Fábio, pelo incentivo. Gratidão.

A Dra. Romilda Rodrigues e Dra. Gildenia Araújo, Kevily Henrique e Evyla Layssa, por me ajudarem em diversas fases, auxiliando e buscando formas para solucionar problemas.

A toda equipe do Grupo de estudos em materiais aplicados a nutrição de ruminantes (GERMAN), por toda disponibilidade e colaboração em todas as fases do trabalho.

Agradeço a Iara Cavalcante, pela colaboração e auxílio durante as análises do tanino, e também ao professor Dr. Pedro Nicó pela colaboração durante a extração do material.

A Ari Cruz Guedes, pela colaboração e auxílio a todos os alunos do programa.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

A toda turma da UFCG que foram essenciais para tornar possível a execução de cada fase, de maneira especial Nerivaldo, Antônio, Naldo, Neném e Eudinho.

A toda turma boa do Iguatu pela contribuição durante a etapa de desempenho dos animais, nas pessoas de Chico, Bomfim, Bia, Ermilton e Elidiê.

**Muito obrigado!**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE SIGLAS</b> .....	<b>10</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>12</b>
<b>RESUMO GERAL</b> .....	<b>13</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>14</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>15</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>17</b>

## CAPÍTULO I

LISINA MICROENCAPSULADA EM MATRIZ LIPÍDICA DE CERA DE CARNAÚBA ENRIQUECIDA COM TANINO DA *Mimosa tenuiflora*: DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E BALANÇO DE NITROGÊNIO EM OVINOS.

<b>RESUMO</b> .....	<b>19</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>20</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>21</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>24</b>
2.1 Local, manejo e instalações .....	24
2.2 Animais, dietas e desempenho .....	24
2.3 Comportamento ingestivo .....	26
2.4 Coleta de sangue e análises bioquímicas .....	26
2.5 Digestibilidade e balanço de nitrogênio .....	27
2.6 Delineamento experimental e análises estatísticas .....	28
<b>3 RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>40</b>

## CAPÍTULO II

LISINA MICROENCAPSULADA EM MATRIZ LIPÍDICA DE CERA DE CARNAÚBA ENRIQUECIDA COM TANINO DA *Mimosa tenuiflora*: QUALIDADE DA CARÇAÇA E DA CARNE DE OVINOS.

<b>RESUMO</b> .....	<b>45</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>46</b>

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>49</b>
2.1 Local, manejo e instalações .....	49
2.2 Animais, dietas e desempenho .....	49
2.3 Abate, obtenção e avaliação da carcaça .....	49
2.4 Análises físico-químicas da carne .....	50
2.5 Tratamentos e análises estatísticas .....	51
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>52</b>
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>61</b>

**LISTA DE SIGLAS**

a\* Vermelho

ALB Albumina

AOAC Association Of Official Analytical Chemists

AST Aspartato aminotransferase

b\* Amarelo

CA Conversão alimentar

Ca Cálcio

C\* Chroma

CCHT Consumo de carboidratos totais

CEE Consumo de extrato etéreo

CEUA Comitê de Ética no Uso de Animais

CFDN Consumo de fibra em detergente neutro

CHOT Carboidratos totais

CMM Consumo de matéria mineral

CMS Consumo de matéria seca

CNF Carboidratos não fibrosos

CRA Capacidade de retenção de água

CRE Creatinina

Dig. CHT Digestibilidade dos carboidratos totais

Dig. CNF Digestibilidade dos carboidratos não fibrosos

Dig. EE Digestibilidade do extrato etéreo

Dig. FDN Digestibilidade da fibra em detergente neutro

Dig. MM Digestibilidade da matéria mineral

Dig. MO Digestibilidade da matéria orgânica

Dig. MS Digestibilidade da matéria seca

Dig. PB Digestibilidade da proteína bruta

EA Eficiência alimentar

EE Extrato etéreo

EPM Erro padrão da média

ER Eficiência de ruminação

FAL Fosfatase alcalina

FC Força de cisalhamento  
FDN Fibra em detergente neutro  
Fosf Fósforo  
GGT Gama glutamil transferase  
GPMD Ganho de peso médio diário  
L\* Luminosidade  
MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
Mg Magnésio  
MS Matéria seca  
NBR Número de bolos ruminais  
NDT Nutrientes digestíveis totais  
NM Número de mastigações por dia  
NRC National Research Council  
PB Proteína bruta  
PCA Peso de carcaça ao abate  
PCF Peso de carcaça fria  
PCQ Peso de carcaça quente  
pH Potencial hidrogeniônico  
PPC Perdas por cocção  
PPR Perdas por resfriamento  
PT Proteínas totais  
P-valor Coeficiente de correlação de Pearson  
TI Tempo de ingestão  
TR Tempo de ruminação  
TTM Tempo total de mastigação  
UFMG Universidade Federal de Campina Grande  
URE Ureia

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

<b>Tabela 1.</b> Proporção (%) dos ingredientes nas dietas experimentais .....	25
<b>Tabela 2.</b> Composição bromatológica das dietas experimentais .....	25
<b>Tabela 3.</b> Desempenho produtivo de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da jurema preta .....	29
<b>Tabela 4.</b> Consumo de nutrientes de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da jurema preta .....	29
<b>Tabela 5.</b> Digestibilidade dos nutrientes de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da jurema preta .....	30
<b>Tabela 6.</b> Balanço de nitrogênio de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da jurema preta .....	31
<b>Tabela 7.</b> Metabólitos sanguíneos de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da jurema preta .....	32
<b>Tabela 8.</b> Metabólitos sanguíneos de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da jurema preta .....	32
<b>Tabela 9.</b> Comportamento ingestivo de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da jurema preta .....	33

### CAPÍTULO II

<b>Tabela 1.</b> Avaliação de carcaça de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da jurema preta .....	52
<b>Tabela 2.</b> Características físicas da carne de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da jurema preta .....	53
<b>Tabela 3.</b> Características químicas da carne de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da jurema preta .....	53

## EFEITOS DA LISINA LIVRE E PROTEGIDA EM CERA DE CARNAÚBA ASSOCIADA AO TANINO DA [*Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poir.] NA DIETA DE OVINOS

### RESUMO GERAL

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos da lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ao tanino da *Mimosa tenuiflora* na dieta de ovinos sobre o desempenho, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio, comportamento ingestivo, parâmetros bioquímicos e qualidade da carcaça e da carne de ovinos mestiços de Santa Inês. Para a etapa de desempenho foram utilizados quarenta animais, com médias de 120 dias de idade e  $23 \pm 1,2$  kg de peso vivo, distribuídos em quatro tratamentos (0,0% de lisina; lisina livre na dieta; lisina microencapsulada em cera de carnaúba; e lisina microencapsulada em cera de carnaúba associada ao extrato de tanino da jurema preta), com dez repetições. Para a etapa de digestibilidade dos nutrientes e balanço de nitrogênio foram utilizados 24 animais, distribuídos em quatro tratamentos, com 6 repetições. Não houve influência ( $p > 0,05$ ) dos tratamentos sobre o desempenho dos animais para GPT, GPMD, Ing. MS, CA e EA. No consumo houve igual comportamento entre os tratamentos, onde apenas o tratamento lisina livre apresentou o menor consumo de extrato etéreo. Para os índices de digestibilidade dos nutrientes não houve diferença para a DigMS, DigMM, DigMO, DigEE, DigFDN e DigCHT. Para a DigPB e DigCNF os tratamentos controle, cera+lisina e cera+lisina+tanino apresentaram os melhores índices. No balanço de nitrogênio ocorreu igual comportamento entre os tratamentos, para Ning, Nfezes, Nurina, Nabs e Nretido. Nos parâmetros bioquímicos houve comportamento semelhante entre os tratamentos, e as variáveis se mantiveram dentro dos limites de referência. Para a análise do comportamento ingestivo não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos, para número, tempo, mastigação, ingestão, ruminação e ócio por minuto. Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos para as características de carcaça e parâmetros físico-químicos da carne. A inclusão de aminoácidos essenciais (lisina) nas formas livre ou protegida em cera de carnaúba, associada ou não ao tanino da Jurema Preta não promoveram alterações nas características de desempenho e qualidade da carcaça e carne de ovinos mestiços de Santa Inês em confinamento.

**Palavras chave:** compostos fenólicos; encapsulamento; proteína protegida; performance; balanço nutricional.

## EFFECTS OF FREE AND PROTECTED LYSINE IN CARNAUBA WAX ASSOCIATED WITH TANNIN FROM *Mimosa tenuiflora* IN THE DIET OF SHEEP

### ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the effects of free and protected lysine in carnauba wax associated with tannin from *Mimosa tenuiflora* in the sheep diet on performance, nutrient digestibility, nitrogen balance, ingestive behavior, biochemical parameters and carcass quality. and Santa Inês sheep meat. Forty animals were used for the performance stage, with an average of 120 days of age and  $23 \pm 1.2$  kg of live weight, distributed in four treatments (0.0% lysine; free lysine in the diet; lysine microencapsulated in wax carnauba; and microencapsulated lysine in carnauba wax associated with tannin extract from jurema preta, with ten repetitions. For the nutrient digestibility and nitrogen balance stage, 24 animals were used, divided into four treatments, with 6 replications. There was no influence ( $p > 0.05$ ) of the treatments on the performance of the animals for GPT, GPMD, Ing. MS, CA and EA. In terms of consumption, there was the same behavior for both treatments, where only the free lysine treatment showed the lowest consumption of ether extract. For nutrient digestibility indices, there was no difference for DigMS, DigMM, DigMO, DigEE, DigFDN and DigCHT. For DigPB and DigCNF, the control treatments, wax+lysine and wax+lysine+tannin showed the best rates. In the nitrogen balance, the same behavior occurred between treatments, for Ning, Nfezes, Nurina, Nabs and Nretido. In terms of biochemical parameters, there was similar behavior in animals from both treatments, and the variables remained within reference limits. For the analysis of ingestive behavior, there was no difference ( $p > 0.05$ ) between treatments, for number, time, chewing, ingestion, rumination and idleness per minute. There was no difference ( $p > 0.05$ ) between treatments for carcass characteristics and physical-chemical parameters of the meat among the treatments tested. The inclusion of essential amino acids (lysine) in free or protected forms in carnauba wax, associated or not with tannin from Jurema Preta, did not promote changes in the performance characteristics and quality of the carcass and meat of crossbred sheep in confinement.

**Keywords:** phenolic compounds; encapsulation; protected protein; performance; nutritional balance.

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil se destaca como um grande produtor de alimentos no cenário mundial, onde as atividades agropecuárias constituem parcela significativa do produto interno bruto (PIB). Ao longo dos anos esta esfera produtiva apresentou diversos avanços, com destaque para novas metodologias produtivas e utilização de recursos tecnológicos aplicados as mais diversas áreas de atuação, permitindo maior competitividade no mercado nacional e internacional (VIEIRA FILHO e GASQUES, 2016).

Apesar dos avanços significativos no setor pecuário, a ovinocultura ainda ocupa colocação inferior quando comparada a outras atividades desse segmento (RIBEIRO e ALENCAR, 2018). De acordo com Sousa e Barros (2017), a ovinocultura é uma atividade com grande potencial, na medida em que haja adoção de recursos de produção adequados, orientação técnica, melhor gerenciamento e com isso maior visibilidade ao mercado consumidor.

A utilização de formas intensivas de criação como o confinamento pode se tornar uma prática viável na busca para produzir carne ovina de qualidade, de forma padronizada e competitiva para as exigências do mercado. Porém, para que isso seja alcançado, além de maiores investimentos estruturais e qualidade animal, é necessário a utilização de dietas bem elaboradas que possam promover o máximo desempenho (SOARES *et al.*, 2012). Neste particular, os aminoácidos, por serem as moléculas formadoras das proteínas e com diversas funções no organismo se torna importante para a adequada nutrição dos animais domésticos.

A ovinocultura consiste em uma atividade produtiva que pode apresentar excelentes produções quando aplicadas práticas de manejo adequadas. Estes animais apresentam como uma das características principais o ciclo reprodutivo rápido, assim como crescimento precoce de suas crias. De acordo com Medeiros (2006), a prática do sistema intensivo de criação, por meio do confinamento, vem se tornando presente em maiores escalas nos últimos anos, sendo uma prática desafiadora pelos altos custos.

Para Cunha *et al.* (2008), é necessário a busca por dietas que promovam o máximo desempenho animal, que mesmo aumentando os custos com a utilização de concentrado, permitam atuar nos limites do retorno econômico,

sobretudo por gerar carne de qualidade para o mercado consumidor e na perspectiva de oferecer regularidade na oferta do produto durante todo o ano, visto a existência de uma demanda reprimida.

O consumo de carne ovina nacional, de acordo com a EMBRAPA (2019), situou-se com uma média por pessoa ao ano de 0,6 kg, revelando o quanto se pode melhorar em termos de espaço no mercado.

## REFERÊNCIAS

- CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, M. F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1112-1120, 2008.
- COSTA, J. A. A.; REIS, F. A.; LUCENA, C. C. Atualização das demandas de pesquisa em ovinos de corte no Brasil Central. Brasília, DF: **Embrapa**, boletim tecnológico: Embrapa Caprinos e Ovinos, n. 8, 2019.
- MEDEIROS, G. R. Efeito de níveis de concentrado sobre o desempenho, característica de carcaça e componentes não carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 108, 2006.
- SOARES, B. C.; SOUZA, K. D. S.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; MACIEL E SILVA, A. G.; ÁVILA, S. C.; KUSS, F.; ANDRADE; S. J. T.; RAIOL, L. C. B.; COLODO, J. C. N. Desempenho e características de carcaças de cordeiros suplementados com diferentes níveis de resíduo de biodiesel. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 6, p. 1747-1754, 2012.
- SOUZA, L. E. S.; BARROS, R. A. A. Territorialidade Econômica da Pecuária em Manuel Correia de Andrade. **Economia-Ensaios**, Uberlândia, v. 32, n. 1, p. 113-130, jul.-dez. 2017.
- VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. Agricultura, Transformação Produtiva e Sustentabilidade. Brasília: **Ipea**, p. 15-21, 2016.

## CAPÍTULO I

---

**LISINA MICROENCAPSULADA EM MATRIZ LIPÍDICA DE CERA DE  
CARNAÚBA ENRIQUECIDA COM TANINO DA *Mimosa tenuiflora*:  
DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E BALANÇO DE NITROGÊNIO EM  
OVINOS**

**LISINA MICROENCAPSULADA EM MATRIZ LIPÍDICA DE CERA DE  
CARNAÚBA ENRIQUECIDA COM TANINO DA *Mimosa tenuiflora*:  
DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E BALANÇO DE NITROGÊNIO EM  
OVINOS**

**RESUMO**

O trabalho avaliou a utilização do tanino da *Mimosa tenuiflora* no enriquecimento de matriz lipídica de cera de carnaúba (CC) como microencapsulante da lisina e seu efeito no desempenho, digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo, bioquímica sanguínea e o balanço de nitrogênio de ovinos mestiços de Santa Inês. Na avaliação do desempenho foram utilizados quarenta animais, com médias de 120 dias de idade e  $23 \pm 1,2$  kg de peso vivo, distribuídos em quatro tratamentos (0,0% de lisina; lisina livre na dieta; lisina microencapsulada em matriz lipídica de cera de carnaúba; e lisina microencapsulada em matriz lipídica de cera de carnaúba associada ao extrato de tanino da jurema preta), com dez repetições. Para a etapa de digestibilidade dos nutrientes e balanço de nitrogênio foram utilizados 24 animais, distribuídos em quatro tratamentos, com 6 repetições. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Não houve influência ( $p > 0,05$ ) dos tratamentos sobre o desempenho dos animais para GPT, GPMD, Ing. MS, CA e EA. No consumo houve igual comportamento para ambos os tratamentos, onde apenas o tratamento lisina livre apresentou o menor consumo de extrato etéreo. Para os índices de digestibilidade dos nutrientes não houve diferença para a DigMS, DigMM, DigMO, DigEE, DigFDN e DigCHT. Para a DigPB e DigCNF os tratamentos controle, cera+lisina e cera+lisina+tanino apresentaram os melhores índices. No balanço de nitrogênio ocorreu igual comportamento entre os tratamentos, para Ning, Nfezes, Nurina, Nabs e Nretido. Nos parâmetros bioquímicos houve comportamento semelhante nos animais de ambos os tratamentos, e as variáveis se mantiveram dentro dos limites de referência. Para a análise do comportamento ingestivo não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos, para número, tempo, mastigação, ingestão, ruminação e ócio por minuto. A utilização da lisina nas formas livre ou encapsulada em matriz de cera de carnaúba, associada ou não ao tanino da jurema preta não influenciaram no desempenho de ovinos mestiços de Santa Inês terminados em confinamento.

**Palavras-chave:** nutrição; proteína by-pass; produção; semiárido.

**LYSINE MICROENCAPSULATED IN CARNAUBA WAX LIPID MATRIX ENRICHED WITH TANNIN FROM *Mimosa tenuiflora*: PERFORMANCE, DIGESTIBILITY AND NITROGEN BALANCE IN SHEEP**

**ABSTRACT**

The work evaluated the use of tannin from *Mimosa tenuiflora* in the enrichment of carnauba wax lipid matrix (CC) as a microencapsulant of lysine and its effect on performance, nutrient digestibility, ingestive behavior, blood biochemistry and nitrogen balance of Santa Inês sheep. Forty animals were used to evaluate performance, with an average of 120 days of age and  $23 \pm 1.2$  kg of live weight, distributed in four treatments (0.0% lysine; free lysine in the diet; lysine microencapsulated in a lipid matrix of carnauba wax; and lysine microencapsulated in a lipid matrix of carnauba wax associated with tannin extract from jurema preta, with ten repetitions. For the nutrient digestibility and nitrogen balance stage, 24 animals were used, divided into four treatments, with 6 replications. The design used was completely randomized. There was no influence ( $p > 0.05$ ) of the treatments on the performance of the animals for GPT, GPMD, Ing. MS, CA and EA. In terms of consumption, there was the same behavior for both treatments, where only the free lysine treatment showed the lowest consumption of ether extract. For nutrient digestibility indices, there was no difference for DigMS, DigMM, DigMO, DigEE, DigFDN and DigCHT. For DigPB and DigCNF, the control treatments, wax+lysine and wax+lysine+tannin showed the best rates. In the nitrogen balance, the same behavior occurred between treatments, for Ning, Nfezes, Nurina, Nabs and Nretido. In terms of biochemical parameters, there was similar behavior in animals from both treatments, and the variables remained within reference limits. For the analysis of ingestive behavior, there was no difference ( $p > 0.05$ ) between treatments, for number, time, chewing, ingestion, rumination and idleness per minute. The use of lysine in its free form or encapsulated in a carnauba wax matrix, associated or not with jurema preta tannin, did not influence the performance of crossbred sheep finished in confinement.

**Keywords:** bypass protein; nutrition; production; semiarid.

## 1.INTRODUÇÃO

Nos ruminantes, a qualidade da proteína que será absorvida a nível intestinal está diretamente ligada com os tipos de aminoácidos que compõem a dieta e a forma como estes serão incluídos na alimentação e como são fermentados pelos microrganismos do rúmen e principalmente na formação de proteína microbiana e proteína metabolizável. Esses aminoácidos podem ser classificados de duas formas em relação a sua capacidade limitante de produtividade, em essenciais e não essenciais (ARAÚJO *et al.*, 2019).

Ao chegar no rúmen os aminoácidos em sua forma livre são rapidamente degradados para formação de proteína microbiana, não chegando assim aminoácidos essenciais, tais como a lisina, em quantidades suficientes no intestino delgado, dificultando o atendimento das necessidades de proteína metabolizável nos animais de maiores exigências (CARVALHO NETO *et al.*, 2019). Gouin (2004) recomendam a necessidade de proteção da lisina da degradabilidade ruminal, seja esta química como analisado por Kung e Rode (1996) ou fisicamente, de acordo com Moreira (2018), de forma a disponibilizar maior quantidade de proteína no intestino delgado, potencializando a sua absorção (SUN *et al.*, 2007).

A proteína metabolizável pode se tornar uma alternativa na redução de proteína bruta da dieta, com valor biológico superior através de um perfil de aminoácidos essenciais na sua composição, maior eficiência, podendo minimizar a eliminação de compostos nitrogenados, promover maiores taxas de desempenho animal, e podendo proporcionar redução de custos de produção (MACEDO JUNIOR *et al.*, 2019).

Diversos métodos e materiais já foram testados visando promover uma maior proteção de aminoácidos essenciais frente ao ataque dos microrganismos ruminais. Borges *et al.* (2014), destacam que a proteção de aminoácidos com cerídeos pode ser importante, pois esses materiais apresentam boa hidrofobicidade e resistência contra processos digestivos.

A encapsulação na produção de alimentos é conceituada como uma atividade em que um ou mais ingredientes são envolvidos por uma camada de proteção comestível e inerte à saúde (SILVA *et al.*, 2014). O material encapsulado é definido como núcleo, e o material que forma a camada protetora

é denominada de parede. O princípio da técnica de microencapsulação é garantir a proteção do núcleo contra ataques físicos, químicos ou biológicos, até que sua liberação seja realizada em local desejado. Em todo o processo a fase de maior importância com a proteção dos aminoácidos é promover a liberação na região e momento pretendido, melhorando a eficiência no uso da proteína dietética, alcançando assim o objetivo da microencapsulação (NEDOVICA *et al.*, 2011; PEREIRA *et al.*, 2018).

Dentre os cerídeos, a cera de carnaúba é um material que pode expressar um importante papel de liberação controlada dos aminoácidos, protegendo da degradação ruminal, por apresentar hidrofobicidade, ser um produto natural de baixa degradabilidade (Souza *et al.*, 2017), e de fácil aquisição. Milanovic *et al.* (2010) relatam que a cera de carnaúba é entre os cerídeos a mais adequada para o trabalho de microencapsulação, apresentando alto ponto de fusão, menor viscosidade, maior elasticidade e resistência a deformações e ataques de agentes biológicos.

Além dos cerídeos, os taninos são citados como moléculas capazes de proteger nutrientes da degradação ruminal (NAUMANN *et al.*, 2017). Os taninos são polifenóis presentes em várias espécies vegetais, classificados em hidrolisáveis e condensados. Esses compostos, quando incluídos em níveis adequados na dieta de ruminantes podem promover efeitos benéficos para digestibilidade (Aguiar *et al.*, 2023) e para o meio ambiente (OLIVEIRA e BERCHIELLI, 2007).

De acordo com Zeller (2019), os taninos possuem a habilidade de formarem ligações específicas com as proteínas, produzindo complexos com maior resistência e dificuldade de quebra, porém ainda é um mecanismo pouco esclarecido. Esses compostos provocam adstringência aos alimentos, podendo causar redução no consumo quando em quantidades elevadas.

De acordo com Bandeira *et al.* (2017), os taninos vegetais quando incluídos na alimentação de ovinos em níveis ajustados, podem proporcionar boa proteção dos nutrientes da flora ruminal, com o intuito de serem digeridos e absorvidos no intestino delgado. Neste contexto, Pereira Filho *et al.* (2005) cita a jurema preta como uma das leguminosas da caatinga rica em tanino e com potencial de utilização na dieta de ruminantes.

Assim sendo, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da lisina na forma livre e microencapsulada em cera de carnaúba enriquecida ou não com tanino da jurema preta no desempenho, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio, comportamento ingestivo e parâmetros bioquímicos em ovinos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi executado em conformidade com o Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus de Patos/Paraíba, Brasil, sob o protocolo nº 35/2023 (anexo 1).

### 2.1 Local, manejo e instalações

O trabalho foi realizado em duas etapas, iniciando pelo desempenho dos ovinos, com execução em um módulo experimental na zona rural do município de Iguatu, estado Ceará. Geograficamente localizada nas coordenadas Latitude S 6°23'43.46" e longitude W 39°16'49.65" altitude de 218 metros. A fase de digestibilidade foi realizada no Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (Nupeárido) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, Paraíba, Brasil, localizada nas coordenadas Latitude S 07°04'49.68", longitude W 037°16'22.85" e altitude de 264 metros, de acordo com informações de GPS (Global Positioning System).

No início dos trabalhos, todos os animais foram submetidos ao manejo sanitário de desverminação, aplicação de vacinas contra raiva e clostridioses, e modificador orgânico, com suas respectivas doses de reforço. Em todas as etapas, os animais foram mantidos em gaiolas individuais, medindo 1,00 x 0,80 m, equipadas com comedouro e bebedouros e alocadas em galpão suspenso.

### 2.2 Animais, dietas e desempenho

Para a etapa de desempenho, foram utilizados 40 ovinos mestiços de Santa Inês, machos, inteiros, com média de 120 dias de idade e  $23 \pm 1,2$  kg de peso vivo. A duração foi de 70 dias, sendo 15 de adaptação, e 55 dias de avaliação, realizado no período de 14 de fevereiro de 2023 à 24 de abril de 2023. A dieta foi formulada de forma isoproteica e isoenergética para todos os tratamentos, utilizando os fenos de capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) e de capim tifton (*Cynodon spp*) como volumoso, e o concentrado foi a base de milho moído, farelo de soja e núcleo mineral ovino. Os tratamentos experimentais foram: controle, contendo 0,0% de lisina (T1); lisina livre na dieta (T2); lisina microencapsulada em matriz lipídica de cera de carnaúba (T3); e lisina microencapsulada em matriz lipídica de cera de carnaúba associada ao extrato

de tanino da jurema preta, que foram ajustadas de acordo com o National Research Council (NRC 2007) para ovinos de 20 kg de peso vivo e ganho diário de 250 g. A proporção dos ingredientes das dietas está descrita na tabela 1, e a composição química descrita na tabela 2.

**Tabela 1.** Proporção (%) dos ingredientes nas dietas experimentais.

Ingredientes	Tratamentos			
	Controle	Lisina livre	Cera + lisina	Cera+lisina+tanino
Feno de Tifton	20	20	20	20
Feno de Buffel	20	20	20	20
Milho	41.19	41.71	40.78	40.78
Farelo de soja	17.48	16.51	16.55	16.55
Lisina	0	0.44	0	0
Cera+Lisina	0	0	1.34	0
Cera+Lisina+Tan.	0	0	0	1.34
Mineral	1.33	1.33	1.34	1.34

**Tabela 2.** Composição bromatológica das dietas experimentais.

Item	Dietas experimentais			
	Controle	Lisina livre	Cera + lisina	Cera+lisina+tanino
MS	89.7	89.7	89.8	89.8
PB	13.27	13.31	13.23	13.23
CNF	38.32	38.37	37.64	37.64
FDN	51.99	51.62	51.32	51.32
EE	2.42	2.42	2.38	2.38
NDT	71.31	70.9	70.0	70.0

A obtenção dos resultados para o desempenho foi obtida por meio da pesagem dos animais. No início do experimento foram organizados os animais em seus respectivos tratamentos, seguida da pesagem e obtido as médias por grupo. Ao final do período experimental todos os animais foram novamente

pesados e obtido o peso final. Com esses resultados foi possível calcular o ganho de peso total (GPT) e o ganho de peso médio diário (GPMD).

### 2.3 Comportamento ingestivo

Durante o experimento de desempenho o comportamento ingestivo foi avaliado no 7º e 36º dia. Cada animal foi observado de forma individual, por 24h, em intervalos de 10 minutos, de acordo com a metodologia descrita por Martin e Bateson (1993). As observações foram realizadas com o avaliador permanecendo a uma distância razoável, e que permitisse a coleta dos dados (alimentação, ruminção e ócio), sem interferência no comportamento dos animais. Durante todo o período de avaliação comportamental foi utilizada iluminação artificial. Esta iluminação começou a ser adotada quatro dias antes da análise comportamental propriamente dita, durante a noite, para evitar qualquer alteração e assim adaptá-los previamente a essa situação.

Durante a avaliação foram anotados a quantidade de mastigações (movimentos merícios) e a quantidade de bolos ruminados ao dia. Além disso, foi observado também o tempo necessário e o número de mastigações para cada bolo ruminal, de cada ovino. Com o somatório do tempo de ingestão e ruminção (TI + TR), a eficiência de ingestão (EI), a eficiência de ruminção (ER) e o tempo total de mastigação (TTM, h/dia) foram determinados segundo Bürger *et al.* (2000). Os resultados dos parâmetros comportamentais avaliados foram coletados utilizando-se as equações:  $NBR = TR/NM$ ;  $NR = NBR \times NM$ ;  $EIMS = CMS/ TI$ ;  $EIFDN = CFDN/TI$   $ERMS = CMS /TR$ ;  $ERFDN = CFDN/TR$   $TTM = TI + TR$ , em que, NBR = número de bolos ruminados; NM = número de mastigações por dia; EIMS = Eficiência de ingestão da MS (g de MS ingerida/h); EIFDN = Eficiência de ingestão da FDN (g de FDN ingerida/h); CMS (g) = consumo de MS, CFDN (g) = consumo de FDN; ERMS = Eficiência de ruminção da MS (g de MS ruminada/h); ERFDN = eficiência de ruminção da FDN (g de FDN ruminada/h), TTM = tempo total de mastigação (h/dia).

### 2.4 Coleta de sangue e análises bioquímicas

Para as análises bioquímicas, foi coletado sangue em dois momentos. A primeira coleta foi no início da fase de desempenho, no dia 14 de fevereiro. A segunda coleta foi no final do desempenho, no dia 24 de abril. Nas duas coletas, o sangue foi colhido pela manhã, após jejum de 16 horas, através de punção da veia jugular, utilizando para isso agulhas descartáveis 25 x 8 mm para múltipla colheita e armazenados em tubos tipo Vacutainer, sendo colhido cerca de 10 mL de sangue de cada ovino. Após a coleta, o sangue foi processado por centrifugação para de separar o soro do plasma. O soro foi coletado utilizando pipeta dosadora, armazenados individualmente em ependorfs, refrigerados e encaminhados para o Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário Universitário Prof. Dr. Ivon Macêdo Tabosa, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, Paraíba.

Os parâmetros avaliados no Laboratório de Patologia Clínica foram: Albumina (ALB), Aspartato Aminotransferase (AST), Creatinina (CRE), Fosfatase Alcalina (FAL), Fósforo (Fosf), Gama Glutamil Transferase (GGT), Proteínas Totais (PT), Ureia (URE), Cálcio (Ca), e Magnésio (Mg).

## **2.5 Digestibilidade e balanço de nitrogênio**

Para a etapa de digestibilidade e balanço de nitrogênio, foram utilizados 24 ovinos mestiços de Santa Inês, machos, inteiros, com médias de 120 dias de idade e  $24 \pm 2$  kg de peso vivo, e esta etapa ocorreu entre o período de 14 de agosto de 2023 à 22 de setembro de 2023. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas. A avaliação foi realizada em duas etapas de 20 dias, sendo 15 de adaptação e 5 de coleta total de sobras, fezes e urina. A dieta foi a mesma utilizada no desempenho, sendo fornecida em dois horários (8 e 16 h), com ajustes diários para permitir sobras de 10% do ingerido nas últimas 24 horas. As amostras dos ingredientes das dietas, sobras e fezes foram moídas em peneira de 1,0 mm e submetidas as análises bromatológicas seguindo a recomendação do Association Of Analytical Chemists (AOAC 2012). Os carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados segundo a metodologia de Sniffen *et al.* (1992). Para estimar os nutrientes digestíveis totais (NDT) foi utilizado a fórmula:  $NDT = CDPB + CDEE * 2,25 + CDFDN + CDCNE$ . A determinação do coeficiente de digestibilidade dos nutrientes foi determinada

pela fórmula:  $CD = [(Kg \text{ nutriente ingerido} - Kg \text{ nutriente excretado}) / Kg \text{ nutriente ingerido}] \times 100$ . Para determinação do balanço de nitrogênio (N) foi quantificado o N consumido, N fecal e N urinário. O N urinário foi quantificado pelo procedimento Kjeldahl (nº 2049, A.O.A.C, 1975) com amostra líquida. O nitrogênio absorvido foi calculado utilizando a equação:  $N_{abs} = N_{cons} - N_{fecal}$ ;  $N_{retido} = N_{cons} - (N_{fecal} + N_{urina})$ .

## **2.6 Delineamento experimental e análises estatísticas**

Para o ensaio de desempenho foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições, já na digestibilidade foi utilizado seis repetições por tratamento. Os dados foram submetidos a análises de variância e as medidas analisadas pelo teste de tukey, sempre ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software SAS- Statistic Analysis System (9.1, 2014).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Desempenho

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) das dietas sobre o desempenho de ovinos para o peso inicial, peso final, GPT, GPMD, Ing MS, CA e EA (Tabela 3).

**Tabela 3.** Desempenho produtivo de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da Jurema Preta.

Variável	Controle	Lisina livre	Cera + lisina	Cera + lisina + tanino	EPM	p-valor
Peso inicial (Kg)	23.778 <sup>a</sup>	22.567 <sup>a</sup>	23.338 <sup>a</sup>	23.478 <sup>a</sup>	1.190	0.903
Peso final (Kg)	36.022 <sup>a</sup>	34.433 <sup>a</sup>	36.188 <sup>a</sup>	35.122 <sup>a</sup>	1.306	0.767
GPT (kg)	12.244 <sup>a</sup>	11.867 <sup>a</sup>	12.850 <sup>a</sup>	11.644 <sup>a</sup>	0.665	0.627
GPMD(g)	227 <sup>a</sup>	220 <sup>a</sup>	238 <sup>a</sup>	216 <sup>a</sup>	0.012	0.626
Ing. MS(g)	1195.608 <sup>a</sup>	1136.924 <sup>a</sup>	1209.397 <sup>a</sup>	1177.700 <sup>a</sup>	65.202	0.878
CA	5.350 <sup>a</sup>	5.262 <sup>a</sup>	5.169 <sup>a</sup>	5.584 <sup>a</sup>	0.365	0.875
EA	0.192 <sup>a</sup>	0.198 <sup>a</sup>	0.198 <sup>a</sup>	0.188 <sup>a</sup>	0.012	0.914

Medias com letras iguais não difere significativamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

GPT= ganho de peso total; GPMD= ganho de peso médio diário; Ing. MS= ingestão de matéria seca; CA= conversão alimentar; EA= eficiência alimentar; p-valor= Coeficiente de correlação de Pearson.

#### 3.2 Consumo

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) das dietas sobre o consumo de MS, MM, MO, PB, FDN, CNF e CHT. No entanto, houve diferença no consumo de EE, onde os tratamentos cera+lisina+tanino e cera+lisina apresentaram os maiores valores, respectivamente. O tratamento controle não diferiu estatisticamente do tratamento cera+lisina, mas diferiu do tratamento cera+lisina+tanino. O tratamento lisina livre não apresentou diferença estatística do tratamento controle, mas diferiu de forma significativa dos tratamentos cera+lisina e cera+lisina+tanino, apresentando o menor consumo de EE (Tabela 4).

**Tabela 4.** Consumo de nutrientes de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da Jurema Preta.

Variável (Kg)	Controle	Lisina livre	Cera + lisina	Cera + lisina + tanino	EPM	p- valor
---------------	----------	--------------	---------------	---------------------------	-----	-------------

CMS	1.29 <sup>a</sup>	1.19 <sup>a</sup>	1.24 <sup>a</sup>	1.27 <sup>a</sup>	0.09	0.862
CMM	0.07 <sup>a</sup>	0.07 <sup>a</sup>	0.07 <sup>a</sup>	0.07 <sup>a</sup>	0.01	0.842
CMO	1.22 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>	1.17 <sup>a</sup>	1.20 <sup>a</sup>	0.08	0.863
CPB	0.20 <sup>a</sup>	0.19 <sup>a</sup>	0.19 <sup>a</sup>	0.20 <sup>a</sup>	0.01	0.804
CEE	0.04 <sup>bc</sup>	0.03 <sup>c</sup>	0.05 <sup>ab</sup>	0.05 <sup>a</sup>	0.002	0.003
CFDN	0.43 <sup>a</sup>	0.41 <sup>a</sup>	0.41 <sup>a</sup>	0.42 <sup>a</sup>	0.04	0.948
CCNF	0.55 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>	0.52 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	0.03	0.759
CCHT	0.98 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.07	0.879

Medias com letras comuns não difere significativamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

CMS= consumo de matéria seca; CMM= consumo de matéria mineral; CMO= consumo de matéria orgânica; CPB= consumo de proteína bruta; CEE= consumo de extrato etéreo; CFDN= consumo de fibra em detergente neutro; CCNF= consumo de carboidratos não fibrosos; CCHT= consumo de carboidratos totais; p-valor= Coeficiente de correlação de Pearson.

### 3.3 Digestibilidade dos nutrientes

Para os parâmetros de digestibilidade da MS, MM, MO, EE, FDN e CHT, não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos. Para a digestibilidade da PB os tratamentos controle, cera+lisina e cera+lisina+tanino não diferiram estatisticamente. O tratamento controle e lisina livre diferiram significativamente, sendo o tratamento lisina livre o que apresentou a menor digestibilidade (Tabela 5).

**Tabela 5.** Digestibilidade dos nutrientes de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da Jurema Preta.

Variável	Controle	Lisina livre	Cera + lisina	Cera + lisina + tanino	EPM	p- valor
Dig MS %	63.20 <sup>a</sup>	60.30 <sup>a</sup>	64.23 <sup>a</sup>	66.28 <sup>a</sup>	2.23	0.326
Dig MM %	38.49 <sup>a</sup>	34.84 <sup>a</sup>	42.89 <sup>a</sup>	48.18 <sup>a</sup>	4.28	0.185

Dig MO %	64.67 <sup>a</sup>	61.79 <sup>a</sup>	65.48 <sup>a</sup>	67.33 <sup>a</sup>	2.17	0.364
Dig PB %	74.44 <sup>a</sup>	64.36 <sup>b</sup>	68.35 <sup>ab</sup>	72.44 <sup>ab</sup>	2.02	0.013
Dig EE %	63.24 <sup>a</sup>	57.69 <sup>a</sup>	65.47 <sup>a</sup>	72.23 <sup>a</sup>	3.91	0.109
Dig FDN %	29.66 <sup>a</sup>	35.52 <sup>a</sup>	34.17 <sup>a</sup>	35.39 <sup>a</sup>	4.96	0.820
Dig CNF %	88.74 <sup>a</sup>	82.24 <sup>b</sup>	88.02 <sup>ab</sup>	89.90 <sup>a</sup>	1.50	0.010
Dig CHT %	62.70 <sup>a</sup>	61.41 <sup>a</sup>	64.87 <sup>a</sup>	66.02 <sup>a</sup>	2.22	0.470

Medias com letras comuns não difere significativamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Dig MS= digestibilidade da matéria seca; Dig MM= digestibilidade da matéria mineral; Dig MO= digestibilidade da matéria orgânica; Dig PB= digestibilidade da proteína bruta; Dig EE= digestibilidade do extrato etéreo; Dig FDN= digestibilidade da fibra em detergente neutro; Dig CNF= digestibilidade dos carboidratos não fibrosos; Dig CHT= digestibilidade dos carboidratos totais; p-valor= Coeficiente de correlação de Pearson.

### 3.4 Balanço de nitrogênio

Para o balanço de nitrogênio, não houve diferença ( $p > 0,05$ ) para as variáveis Ning, Nfezes, Nurina, Nabs e Nretido entre os tratamentos (Tabela 6).

**Tabela 6.** Balanço de Nitrogênio de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da Jurema Preta.

Variável (g/dia)	Controle	Lisina livre	Cera + lisina	Cera + lisina + tanino	EPM	p- valor
Ning	30.83 <sup>a</sup>	27.35 <sup>a</sup>	31.17 <sup>a</sup>	31.73 <sup>a</sup>	2.3	0.546
Nfezes	7.71 <sup>a</sup>	8.09 <sup>a</sup>	10.49 <sup>a</sup>	9.41 <sup>a</sup>	0.95	0.175
Nurina	2.18 <sup>a</sup>	1.59 <sup>a</sup>	1.93 <sup>a</sup>	1.98 <sup>a</sup>	0.17	0.210
Nabs	23.11 <sup>a</sup>	19.26 <sup>a</sup>	20.68 <sup>a</sup>	22.32 <sup>a</sup>	1.68	0.447
Nretido	20.93 <sup>a</sup>	17.66 <sup>a</sup>	18.76 <sup>a</sup>	20.35 <sup>a</sup>	1.62	0.533

Medias com letras iguais não difere significativamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Ning= nitrogênio ingerido; Nfezes= nitrogênio nas fezes; Nurina= nitrogênio na urina; Nabs= nitrogênio absorvido; Nretido= nitrogênio retido; p-valor= Coeficiente de correlação de Pearson.

### 3.5 Bioquímica

Para a bioquímica inicial, não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos para as variáveis ALB, AST, CRE, GGT, PT, URE, CA e MG. Para FAL, o tratamento controle diferiu ( $p < 0,05$ ) de todos os demais, e os tratamentos lisina livre, cera+lisina e cera+lisina+tanino não apresentaram diferença

estatística entre si. Para FOSF, o tratamento controle não diferiu estatisticamente do tratamento cera+lisina, mas apresentou diferença estatística para os tratamentos lisina livre e cera+lisina+tanino (Tabela 7).

**Tabela 7.** Metabólitos sanguíneos de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da Jurema Preta no início do experimento.

Item	Controle	Lisina livre	Cera + lisina	Cera + lisina + tanino	EPM	p- valor
ALB (g/dL)	2.93 <sup>a</sup>	2.68 <sup>a</sup>	2.48 <sup>a</sup>	2.97 <sup>a</sup>	0.16	0.137
AST (U/L)	110.39 <sup>a</sup>	82.39 <sup>a</sup>	103.29 <sup>a</sup>	114.68 <sup>a</sup>	13.34	0.343
CRE (mg/dL)	0.82 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.07	0.583
FAL (U/L)	157.28 <sup>a</sup>	52.86 <sup>b</sup>	43.09 <sup>b</sup>	56.36 <sup>b</sup>	21.56	0.002
FOSF (mg/dL)	7.20 <sup>a</sup>	5.34 <sup>b</sup>	6.16 <sup>ab</sup>	5.03 <sup>b</sup>	0.42	0.004
GGT (U/L)	38.53 <sup>a</sup>	36.74 <sup>a</sup>	43.21 <sup>a</sup>	36.27 <sup>a</sup>	4.92	0.766
PT (g/dL)	4.96 <sup>a</sup>	5.10 <sup>a</sup>	4.38 <sup>a</sup>	5.34 <sup>a</sup>	0.34	0.271
URE (mg/dL)	28.37 <sup>a</sup>	30.04 <sup>a</sup>	29.78 <sup>a</sup>	29.80 <sup>a</sup>	2.22	0.950
CA (mg/dL)	9.00 <sup>a</sup>	8.49 <sup>a</sup>	9.19 <sup>a</sup>	8.93 <sup>a</sup>	0.25	0.287
MG (mg/dL)	2.07 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	2.43 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>	0.19	0.338

Medias com letras comuns não difere significativamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

ALB= albumina; AST= aspartato amino transferase; CRE= creatinina; FAL= fosfatase alcalina; FOSF= fósforo; GGT= gama glutamil transferase; PT= proteínas totais; URE= uréia; CA= cálcio; MG= magnésio; p-valor= Coeficiente de correlação de Pearson.

Para a bioquímica final, os parâmetros de ALB, AST, CRE, FAL, FOSF, GGT, PT, URE, CA e MG não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos avaliados (Tabela 8).

**Tabela 8.** Metabólitos sanguíneos de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da Jurema Preta no final do experimento.

Item	Controle	Lisina livre	Cera + lisina	Cera + lisina + tanino	EPM	p-valor
ALB (g/dL)	3.20 <sup>a</sup>	3.18 <sup>a</sup>	3.08 <sup>a</sup>	3.16 <sup>a</sup>	0.07	0.692
AST (U/L)	81.53 <sup>a</sup>	78.81 <sup>a</sup>	72.10 <sup>a</sup>	73.56 <sup>a</sup>	5.21	0.563

CRE (mg/dL)	0.56 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	0.48 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	0.03	0.231
FAL (U/L)	470.32 <sup>a</sup>	574.90 <sup>a</sup>	394.06 <sup>a</sup>	566.37 <sup>a</sup>	71.05	0.269
FOSF (mg/dL)	7.81 <sup>a</sup>	7.24 <sup>a</sup>	7.12 <sup>a</sup>	7.06 <sup>a</sup>	0.35	0.419
GGT (U/L)	45.72 <sup>a</sup>	47.19 <sup>a</sup>	48.88 <sup>a</sup>	44.22 <sup>a</sup>	3.77	0.850
PT (g/dL)	5.32 <sup>a</sup>	5.46 <sup>a</sup>	5.30 <sup>a</sup>	5.44 <sup>a</sup>	0.13	0.778
URE (mg/dL)	35.92 <sup>a</sup>	32.14 <sup>a</sup>	33.17 <sup>a</sup>	35.40 <sup>a</sup>	1.67	0.344
CA (mg/dL)	9.60 <sup>a</sup>	11.42 <sup>a</sup>	10.99 <sup>a</sup>	10.34 <sup>a</sup>	0.78	0.394
MG (mg/dL)	1.62 <sup>a</sup>	1.48 <sup>a</sup>	1.53 <sup>a</sup>	1.75 <sup>a</sup>	0.26	0.900

Medias com letras comuns não difere significativamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

ALB= albumina; AST= aspartato amino transferase; CRE= creatinina; FAL= fosfatase alcalina; FOSF= fósforo; GGT= gama glutamil transferase; PT= proteínas totais; URE= uréia; CA= cálcio; MG= magnésio; p-valor= Coeficiente de correlação de Pearson.

Com isso, mostra-se que houve um equilíbrio nos parâmetros bioquímicos quando comparadas a bioquímica inicial e a final, com destaque para as variáveis FAL e FOSF.

### 3.6 Comportamento ingestivo

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) das dietas sobre o comportamento ingestivo para o número de mastigações, tempo, mastigação, ingestão, ruminação e ócio (Tabela 9).

**Tabela 9.** Comportamento ingestivo de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da Jurema Preta.

Variável	Controle	Lisina livre	Cera + lisina	Cera + lisina + tanino	EPM	p- valor
Número	72,49 <sup>a</sup>	68,37 <sup>a</sup>	67,06 <sup>a</sup>	65,36 <sup>a</sup>	2,02	0.095
Tempo (min)	51,60 <sup>a</sup>	49,16 <sup>a</sup>	51,24 <sup>a</sup>	47,48 <sup>a</sup>	1,78	0.336
Mastigação/min	84,94 <sup>a</sup>	83,62 <sup>a</sup>	78,83 <sup>a</sup>	83,10 <sup>a</sup>	2,08	0.202
Ingestão (min)	197.00 <sup>a</sup>	173.00 <sup>a</sup>	159.00 <sup>a</sup>	177.00 <sup>a</sup>	17.39	0.494
Ruminação (min)	569.00 <sup>a</sup>	532.00 <sup>a</sup>	544.00 <sup>a</sup>	545.00 <sup>a</sup>	19.29	0.590
Ócio (min)	684.00 <sup>a</sup>	745.00 <sup>a</sup>	747.00 <sup>a</sup>	728.00 <sup>a</sup>	25.19	0.273

Medias com letras comuns não difere significativamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

## 4 DISCUSSÃO

Neste estudo não houve diferença estatística para o desempenho em função das dietas testadas, os resultados referentes ao GMD variaram, de 216 a 238g/dia, estando inferior aos 250g/dia estabelecidos pelo NRC (2007) e seguido na formulação da dieta. Araújo *et al.* (2019), trabalharam com aminoácidos protegidos (Lisina e Metionina) na dieta de ovinos e utilizando as recomendações do NRC (2007) para um ganho de 250g e obtiveram média de resultados para GMD de 235g.

Esses resultados indicam que o NRC superestima as exigências nutricionais de ovinos deslanados em condições ambientais do semiárido. Neste sentido Silva *et al.* (2010) estudando as exigências nutricionais de ovinos Santa Inês observaram que a exigência por proteína metabolizável foi de 60,2 g/dia, para GMD de 200g, exigência inferior em cerca de 15% a preconizada pelo NRC.

Para Madruga *et al.* (2005), a capacidade de ganho de peso está relacionada diretamente com a qualidade genética dos animais trabalhados, onde após a adoção de boas práticas de manejo com nutrição e sanidade adequados, os animais respondem de forma expressiva. Essa característica foi observada no presente trabalho.

Neste trabalho, o NRC (2007) considerou um consumo de 1050 g de MS para ovinos, mas a ingestão foi acima de 1100g para as dietas, indicando que o sistema utilizado foi superior. Em trabalho realizado por Aguiar *et al.* (2023), utilizando diferentes proporções de feno de jurema preta como fonte de tanino na dieta de ovinos, estimou consumo de 1050g de MS e obteve 1229g para o ponto ótimo, e 755g na maior inclusão da fonte de tanino, e concluiu que à medida que aumentou o fornecimento da fonte de tanino, houve redução para o consumo de MS, CHT e FDN, o que levou os autores relacionar à característica que os taninos apresentam de, em quantidades adequadas (ORLANDI *et al.*, 2015) influenciar positivamente no consumo de matéria seca e proteína (VALENTI *et al.*, 2018), mas em relação ao consumo de CNF e FDN (COSTA, 2019) trabalhando com ovinos recebendo até 4% de tanino de Acácia obtiveram ingestão de 340,48 g/dia para CNF e 409,15 g/dia para FDN, valores inferiores dos 550 g e 430g obtidos neste trabalho.

Esses dados divergem do encontrado nesse trabalho, pois o tratamento utilizando lisina+cera+tanino não apresentou diferença estatística entre os demais tratamentos, apresentando resultados expressivos para todas as variáveis de consumo.

É importante destacar que o percentual de tanino foi com base na quantidade de lisina utilizada, condição que pode limitar o efeito do tanino, seja na adstringência e sabor (JERÓNIMO *et al.*, 2010) durante a apreensão do alimento, ou na formação de complexos com os nutrientes em nível de rúmen (NEUMANN *et al.*, 2017).

Estudo realizado por Bandeira *et al.* (2017), revelaram taxas para GMD abaixo do recomendado quando utilizaram taxas superiores a 50% de FJP como fonte de volumoso na dieta de ovinos, onde a concentração de tanino ultrapassou os limites recomendados de 5%, tornando-se fator antinutricional (PATHAK *et al.*, 2016). Resultados semelhantes também foram encontrados por Fadel (2011), trabalhando com feno de *Mimosa caesalpiniiifolia Benth*, com níveis acima de 10% de tanino, ou seja, quantidade de tanino muito superior ao utilizado no limite recomendado (PEREIRA FILHO *et al.*, 2005) e mais ainda ao usado neste trabalho.

Neste trabalho a IMS foi compatível com o ganho de peso, obtendo resultados de GMD superiores à 200 g, para todos os tratamentos. Isso pode ser explicado pela boa palatabilidade dos alimentos constituintes da dieta, equilíbrio proteico-energético, bem como na utilização de composto fenólicos dentro dos limites recomendados.

De acordo com trabalhos realizados por Cruz *et al.* (2007), o percentual de compostos fenólicos nas dietas de ruminantes pode causar alterações nas taxas de degradação da MS, PB e FDN a nível ruminal, que dependendo dos teores utilizados pode gerar proteção contra a degradação de determinados nutrientes pelos microrganismos ruminais e com isso disponibilizar no intestino delgado maiores teores de nutrientes específicos, resultando em GMD superiores. No presente trabalho, apesar dos resultados obtidos para GMD nos animais que receberam tanino na formulação da dieta sejam satisfatórios, não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ) entre os demais tratamentos avaliados.

Os ovinos que receberam dieta contendo tanino no processo de proteção da lisina apresentaram boa conversão alimentar, apesar de não diferir estatisticamente dos demais tratamentos avaliados. Esses resultados corroboram com os achados de Costa (2019), que incluindo fonte de tanino da Acácia na dieta de ovinos, mas dentro dos limites recomendados, obtiveram resultados para EA semelhante aos observados neste trabalho.

No balanço de nitrogênio, observou-se resultados semelhantes entre os tratamentos, valores que corroboram parcialmente com o trabalho de Costa (2019) que, quando incluindo fonte de tanino condensado até 4% obteve resultados médios para nitrogênio ingerido de 34 g/dia, próximos ao encontrado no presente trabalho. Porém, para o nitrogênio retido e urinário obteve valores inferiores ao encontrado nesse trabalho.

Os resultados obtidos nesse trabalho validam a afirmação de Pathak *et al.* (2017), que os taninos quando incluídos dentro dos limites benéficos não prejudicam o consumo e digestibilidade da PB, proporcionando maior quantidade de aminoácidos no intestino e adesão nos tecidos corporais para o maior desenvolvimento.

Para Miotto *et al.* (2012), a maior utilização de taninos atua sobre a fração proteica e carboidratos, pela complexidade formada com esses nutrientes, podendo prejudicar o consumo e também a digestibilidade dos nutrientes, com redução no desempenho. Neste trabalho observou-se que apenas nos tratamentos controle e lisina livre ocorreu diferença estatística para a digestibilidade da PB, já para a digestibilidade de CNF o tratamento lisina livre diferiu dos tratamentos controle e lisina+cera+tanino, onde estes apresentaram os melhores resultados. Para as demais variáveis testadas não houve redução da digestibilidade dos nutrientes, e os tratamentos não apresentaram diferença estatística.

De acordo com trabalhos realizados por Pereira Filho *et al.* (2005), a inclusão de fontes de taninos vegetais abaixo de 5% na MS promove melhor utilização dos nutrientes, e melhores taxas para a digestibilidade da MS e PB. Neste trabalho observou-se resultados semelhantes para todos os tratamentos.

Para os parâmetros bioquímicos, os resultados indicam equilíbrio plasmático dos parâmetros avaliados quando comparados os resultados da coleta inicial e final, refletindo que uma boa nutrição associada ao manejo

sanitário adequado dos ovinos contribuiu para que os resultados estejam dentro dos limites aceitáveis, ou seja, de acordo com os valores de referências.

Santos *et al.* (2015) relatam que alguns parâmetros são indicadores diretos do estado de saúde animal, tais como a albumina plasmática. Essa proteína é utilizada para avaliar o equilíbrio proteico no organismo, contribuindo dessa forma para efeitos comparativos entre coletas realizadas e assim avaliar a resposta animal frente aos tratamentos testados.

Neste trabalho observou-se que a albumina apresentou elevação nos níveis séricos para ambos os tratamentos ao final do período experimental, fator relacionado ao melhor estado nutricional dos animais. Esses dados corroboram com Costa (2019), que destaca a albumina como sendo a variável mais específica para avaliar o estado nutritivo e balanço proteico animal no atendimento das exigências de manutenção e produção.

Para a creatinina, observou-se tendência decrescente dos níveis séricos ao final do período experimental, para todos os tratamentos. Este fator pode estar relacionado ao tipo de manejo (intensivo) adotado com esses animais, fazendo com que os valores para bioquímica final fiquem inferiores ao limite de referência (1,2 – 1,9 mg/dL) para a espécie ovina (MEYER e HARVEY, 2004).

Na bioquímica inicial, os valores séricos encontrados para PT foram inferiores ao limite de referência, fator este relacionado ao estado nutricional dos animais, com escore inferior. Em resposta ao manejo experimental, houve elevação dos níveis séricos de PT em todos os tratamentos, observados na bioquímica final, quadro este determinado pela busca no equilíbrio proteico. Esses resultados estão próximos aos sugeridos por Kaneko *et al.* (2008), que relatam valores de 6,0 a 7,9 g/dL para esse parâmetro na espécie ovina. Corroboram também com os achados de Calomeni *et al.* (2015), com valores médios de 5,72 g/dL, este utilizando fontes de ureia de liberação lenta.

Para a variável ureia, houve aumento da concentração na bioquímica final, quando comparada aos resultados da coleta inicial. Isso se explica pela melhor dieta dos animais no balanço proteico, além da utilização extra de aminoácidos (Lisina) nas dietas, o que favorece a maior utilização no fígado. Esses resultados reforçam os achados por Kozloski (2011), comparando efeitos da ureia nas concentrações dos metabólitos sanguíneos.

Para o cálcio, observou-se reação positiva dos níveis séricos na bioquímica final comparada a inicial, para todos os tratamentos. Porém, de acordo com Kaneko *et al.* (2008), os níveis ideais desse mineral ficam em torno de 11,5 a 12,8 mg/dL. No entanto, pode-se afirmar que em todos os tratamentos houve reação positiva no equilíbrio desse mineral.

Não foi observado diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos avaliados. Esta característica está associada ao balanço isoproteico das dietas, apesar de algumas apresentar materiais microencapsulados, mas que estes não representaram influência sobre o comportamento ingestivo, assim como a mesma inclusão da fonte de volumoso (feno de tifton e feno de buffel) em todas as dietas. Esses resultados corroboram com os achados por Lima *et al.* (2018), avaliando diferentes dietas contendo óleos na alimentação de cabras.

Trabalhando com aminoácidos encapsulados na dieta de borregas, Araújo *et al.* (2019) não observaram efeitos no comportamento ingestivo dos animais, motivo este que foi associado aos teores de fibra homogêneos em ambas as dietas. Os resultados obtidos corroboram com os resultados desse trabalho.

## **5 CONCLUSÃO**

A utilização da lisina na forma livre ou encapsulada em matriz cera de carnaúba, associada ou não ao tanino da jurema preta não influencia no desempenho (ganho de peso, consumo alimentar, digestibilidade dos nutrientes, parâmetros bioquímicos, comportamento alimentar e balanço de nitrogênio) de ovinos mestiços de Santa Inês terminados em confinamento.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. S.; BEZERRA, L. R.; CORDÃO, M. A.; CAVALCANTE, I. T. R.; OLIVEIRA, J. P. F.; NASCIMENTO, R. R.; SOUSA, B. B.; OLIVEIRA, R. L.; PEREIRA, E. S.; PEREIRA FILHO, J. M. Effects of Increasing Levels of Total Tannins on Intake, Digestibility, and Balance of Nitrogen, Water, and Energy in Hair Lambs. **Animals**, v. 13, p. 2497, 2023.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC**. Association of Official Analytical Chemistry: Washington, DC, USA, ed.19, 2012.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, ed.12, 1975.
- ARAÚJO, C. M.; OLIVEIRA, K. A.; MACEDO JUNIOR, G. L.; SILVA, A. L.; SILVA, D. A. P.; SIQUEIRA, M. T. S. Aminoácidos protegidos na ração de borregas sobre o consumo, desempenho e comportamento ingestivo. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2019.
- BANDEIRA, P. A. V.; FILHO, J. M. P.; AZEVÊDO SILVA, A. M.; CEZAR, M. F.; BAKKE, O. A.; SILVA, U. L.; BEZERRA, L. R. Performance and carcass characteristics of lambs fed diets with increasing levels of Mimosa tenuiflora (Willd.) hay replacing Buffel grass hay. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, n. 5, p. 1001-1007, 2017.
- BORGES, C., ALMEIDA, H., OLIVEIRA, E. CARVALHO, A. SANTOS, M. FERNANDES, Z. SOUZA, E. LOPES, A. Reflexão e impacto da utilização de proteína ideal na nutrição de bovinos. **Revista eletrônica nutritime**, 11, (04), p. 3586-3594, 2014.
- BURGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Ingestive behavior in Holstein calves fed diets with different concentrate levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 236–242, 2000.
- CALOMENI, G. D.; GARDINAL, R.; VENTURELI, B. C.; JÚNIOR, J. E. F.; VENDRAMINI, T. H. A. TAKIYA, C. S.; SOUZA, H. N.; RENNÓ, F. P. Effects of polymercoated slowrealese urea on performance, ruminal fermentation, and blood, metabolites in dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 9, p. 327–334, 2015.
- CARVALHO NETO, J. P.; BEZERRA, L. R.; SILVA, A. L.; MOURA, J. F. P.; PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA FILHO, E. C.; OLIVEIRA, R. L. Methionine microencapsulated with a 18 carnauba (*Copernicia prunifera*) wax matrix for protection from degradation in the rumen. **Livestock Science**, v. 228, p. 53-60, 2019.
- COSTA, E. I. S. Taninos condensados na dieta de cordeiros. **Tese** (Doutorado em Zootecnia). Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2019.
- CRUZ, S. E. S. B. S.; BEELEN, P. M. G.; SSILVA, D. S.; PEREIRA, W. E.; BEELEN, R.; BELTRÃO, F. S. Caracterização dos taninos condensados das espécies maniçoba (*Manihot pseudoglazovii*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), feijão-bravo (*Capparis flexuosa*, L) e jureminha (*Desmanthus*

virgatus). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p. 1038-1044, 2007.

FADEL, R. Desempenho e características quantitativas e qualitativas da carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com leguminosa sansão do campo (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) e infectados com *Trichostrongylus colubriformis*. **Tese** (Doutorado em Ciências Animal) – Departamento da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília: Universidade de Brasília, p. 149, 2011.

JERÓNIMO, E.; ALVES, S. P.; MARTINS, S. V.; PRATES, J. A. M.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, J. Effect of sodium bentonite and vegetable oil blend supplementation on growth, carcass quality and intramuscular fatty acid composition of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 158, n. 3–4, p. 136–145, 2010.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. C. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6 ed. Academic Press, San Diego, p. 928, 2008.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3 ed. Santa Maria: UFSM. p. 280, 2011.

KUNG, L.; RODE, L. Amino acid metabolism in ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 59, n. 1, p. 167-172, 1996.

LIMA, L. A.; SILVA, A. M. A.; BEZERRA, L. R.; ARAUJO, M. J.; OLIVEIRA, R. L.; SILVA, T. P. D.; PEREIRA, E. S. Effects of the buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil supplementation on crossbred lactating goats: behavioral, physiological, and hematological responses. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 47, p. 1–8, 2018.

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring Behaviour**, 2ª edição, p. 222. Cambridge University Press: Cambridge, UK, 1993.

MACEDO JUNIOR, G. L.; MAGNO, L. L.; OLIVEIRA, K. A.; ARAÚJO, C. M.; VARANIS, L. F. M.; ASSIS, T. S. Uso de diferentes fontes de proteína e de gordura na composição de proteinados para ovinos: consumo e digestibilidade aparente. **Veterinária Notícias**, 25: p. 49-66, 2019.

MADRUGA, M. S.; SOUSA, W. H.; ROSALES, M. D.; CUNHA, M. G. G.; RAMOS, J. L. F. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados em diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34: p. 309-315, 2005.

MEYER, D. J.; HARVEY, J. W. **Veterinary laboratory medicine: interpretation e diagnosis**, 2º ed. Philadelphia: Sauders, p. 351, 2004.

MILANOVIC, J.; MANOJLOVIC, V.; LEVIC, S.; RAJIC, N.; NEDOVIC, V.; BUGARSKI, B. Microencapsulation of flavors in carnauba wax. **Sensors**, v. 10, n. 1, p. 901-912, 2010.

MIOTTO, F. R. C.; RESTLE, J.; NEIVA, J. N. M.; MACIEL, R. P.; FERNANDES, J. J. R. Consumo e digestibilidade de dietas contendo níveis de farelo do

mesocarpo de babaçu para ovinos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 792-801, 2012.

- MOREIRA, C. A. Aminoácidos protegidos em ração para borregas mestiças. **Dissertação** – Mestrado - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. f. 78, 2018.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, DC: The National Academies Press. 2007.
- NAUMANN, H. D. L. O.; COOPER, C. E.; MUIR, J. P. Seasonality affects leaf nutrient and condensed tannin concentration in southern African savannah browse. **African Journal of Ecology**. v. 55, p. 168-175, 2017.
- NAUMANN, H. D. L. O.; TEDESCHI, W. E.; ZELLER, N. F.; HUNTLEY. The role of condensed tannins in ruminant animal production: Advances, limitations and future directions. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 46: p. 929–949, 2017.
- 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, S. G.; BERCHIELLI, T. T. Potencialidades da utilização de taninos na conservação de forragens e nutrição de ruminantes - Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 12, n. 1, p. 1-9, 2007.
- ORLANDI, T.; KOZLOSKI, G. V.; ALVES, T. P.; MESQUITA, F. R.; ÁVILA, S. C. Digestibility, ruminal fermentation and duodenal flux of amino acids in steers fed grass forage plus concentrate containing increasing levels of *Acacia mearnsii* tannin extract. **Animal Feed Science and Technology**, v. 210, p. 37–45, 2015.
- PATHAK, A.K.; DUTTA, N.; PATTANAIK, A.K.; CHATURVEDI, V.B.; SHARMA, K. Effect of condensed tannins from *Ficus infectoria* and *Psidium guajava* leaf meal mixture on nutrient metabolism, methane emission and performance of lambs. **Asian-Australasian Journal Animal Science**. V. 30; p. 1702-1710, 2017.
- PATHAK, A. K.; DUTTA, N.; BANERJEE, P. S.; GOSWAMI, T. K.; SHARMA, K. Effect of condensed tannins supplementation through leaf meal mixture on voluntary feed intake, immune response and worm burden in *Haemonchus contortus* infected sheep. **Journal of Parasitic Diseases**, v. 40, n. 1, p. 100, 2016.
- PEREIRA FILHO, J. M.; VIEIRA, E. L.; KAMALAK, A.; SILVA, A. M. A.; CÉZAR, M. F.; BEELEN, P. M. G. Correlação entre o teor de tanino e a degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta do feno de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Wild) tratada com hidróxido de sódio. **Livestock Research for Rural Development**. v. 17, n. 8, 2005.
- PEREIRA, K. C.; FERREIRA, D. C. M.; ALVARENGA, G. F.; PEREIRA, M. S. S.; BARCELOS, M. C. S.; COSTA, J. M. G. Microencapsulação e liberação

- controlada por difusão de ingredientes alimentícios produzidos através da secagem por atomização: revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, n. 0, 2018.
- SANTOS, R. P.; SOUSA, L. F.; SOUSA, J. T. L.; ANDRADE, M. E. B.; MACEDO JUNIOR, G. L.; SILVA, S. P. Parâmetros sanguíneos de cordeiros em crescimento filhos de ovelhas suplementadas com níveis crescentes de propilenoglicol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 10, n. 3, p. 473-478, 2015.
- SILVA, P. T.; FRIES, L. L. M.; MENEZES, C. R.; HOLKEM, A. T.; SCHWAN, C. L.; WIGMANN, E. F.; BASTOS, J. O.; SILVA, C. B. Microencapsulation: concepts, mechanisms, methods and some applications in food technology. **Ciência Rural**, v. 44, n. 7, p. 1304-1311, 2014.
- SNIFFEN, C. J.; CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3.562-3.577, 1992.
- SOUZA, C.; FREITAS, A. P.; CAMPOS, P. M. B. G. Topical formulation containing beeswax- based nanoparticles improved in vivo skin barrier function. **American Association of Pharmaceutical Scientists**, 18 (7), p. 2505–2516, 2017.
- SUN, Z. H.; TAN, Z. L.; LIU, S. M.; TAYO, G. O.; LIN, B.; TENG, B.; TANG, S. X.; WANG, W. J.; LIAO, Y. P.; PAN, Y. F.; WANG, J. R.; ZHAO, X. G.; HU, Y. Effects of dietary methionine and lysine sources on nutrient digestion, nitrogen utilization, and duodenal amino acid flow in growing goats. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 12, p. 3340-3347, 2007.
- VALENTI, B.; NATALELLO, A.; VASTA, V.; CAMPIDONICO, L.; ROSCINI, V.; MATTIOLI, S.; PAUSELLI, M.; PRIOLO, M.; LUCIANO, G. Effect of different dietary tannin extracts on lamb growth performances and meat oxidative stability: Comparison between mimosa, chestnut and tara. **Animal**, p. 1-9, 2018.
- ZELLER, W. E. Activity, purification, and analysis of condensed tannins: Current state of affairs and future endeavors. **Crop Science**. v. 59, p. 886–904, 2019.

## CAPÍTULO II

---

**LISINA MICROENCAPSULADA EM MATRIZ LIPÍDICA DE CERA DE  
CARNAÚBA ENRIQUECIDA COM TANINO DA *Mimosa tenuiflora*:  
QUALIDADE DA CARÇAÇA E DA CARNE DE OVINOS**

**LISINA MICROENCAPSULADA EM MATRIZ LIPÍDICA DE CERA DE CARNAÚBA ENRIQUECIDA COM TANINO DA *Mimosa tenuiflora*: QUALIDADE DA CARÇAÇA E DA CARNE DE OVINOS**

**RESUMO**

O trabalho avaliou a utilização do tanino da *Mimosa tenuiflora* no enriquecimento de matriz lipídica de cera de carnaúba (CC) como microencapsulante da lisina e seu efeito na qualidade da carcaça e da carne de ovinos Santa Inês, com médias de 120 dias de idade e  $23 \pm 1,2$  kg de peso vivo. Foram utilizados quarenta animais, em um delineamento inteiramente casualizado, distribuídos em quatro tratamentos (0,0% de lisina; lisina livre na dieta; lisina microencapsulada em matriz lipídica de cera de carnaúba; e lisina microencapsulada em matriz lipídica de cera de carnaúba associada ao extrato de tanino da jurema preta). Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos para as características de carcaça, com média de peso ao abate de 35,4 kg, rendimento médio para carcaça quente de 44,8%, PPR de 2,6%, e EGS médio de 1,6 cm. Para os parâmetros físico-químicos da carne não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos testados, com CRA médio de 30,7%, e para FC média de 2,2 Kgf, com PB média de 21,8%. A inclusão de aminoácidos essenciais (lisina) nas formas livre ou protegida em cera de carnaúba, associada ou não ao tanino da Jurema Preta não afetaram as características ao abate, qualidade da carcaça e da carne de ovinos mestiços de Santa Inês terminados em confinamento.

**Palavras-chave:** gordura; maciez; músculo; rendimento.

**LYSINE MICROENCAPSULATED IN CARNAUBA WAX LIPID MATRIX  
ENRICHED WITH TANNIN FROM *Mimosa tenuiflora*: QUALITY OF SHEEP  
CARCASS AND MEAT**

**ABSTRACT**

The work evaluated the use of tannin from *Mimosa tenuiflora* in the enrichment of carnauba wax lipid matrix (CC) as a microencapsulator of lysine and its effect on the quality of the carcass and meat of Santa Inês sheep, with an average of 120 days of age and  $23 \pm 1.2$  kg live weight. Forty animals were used, in a completely randomized design, distributed in four treatments (0.0% lysine; free lysine in the diet; lysine microencapsulated in a carnauba wax lipid matrix; and microencapsulated lysine in a carnauba wax lipid matrix associated with black jurema tannin extract). There was no difference ( $p > 0.05$ ) between treatments for carcass characteristics, with an average slaughter weight of 35.4 kg, average hot carcass yield of 44.8%, PPR of 2.6%, and average EGS 1.6 cm. For the physical-chemical parameters of the meat there was no difference ( $p > 0.05$ ) between the treatments tested, with an average WHC of 30.7%, and for an average FC of 2.2 Kgf, with an average CP of 21.8%. The inclusion of essential amino acids (lysine) in free or protected forms in carnauba wax, associated or not with tannin from Jurema Preta, did not affect the slaughter characteristics, carcass and meat quality of crossbred sheep in confinement.

**Keywords:** fat; muscle; performance; softness.

## 1 INTRODUÇÃO

Conforme descrito por Zanovec *et al.* (2010), a carne vermelha é um alimento de grande importância para o ser humano, sendo fonte não apenas de proteína, mas também de macro e micronutrientes requeridos pelo organismo, o que tem elevado o nível de exigência por carne de qualidade, sobretudo na quantidade de músculo e gordura (FIRETTI *et al.*, 2017), bem como na maior participação de ácidos graxos com os ômega 3 e 6.

Osório *et al.* (1998) ressaltam que a qualidade da carne desses animais está associada à parâmetros específicos que constituem a sua formação e estrutura, podendo ser determinadas através de análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

Kontogianni *et al.* (2008) relatam que o consumo de carne vermelha está sendo associada as crescentes ocorrências de doenças cardíacas, associadas aos diferentes hábitos não saudáveis da sociedade, pelas maiores taxas de gorduras saturadas.

Com essa situação, Correia *et al.* (2016) enfatizam a necessidade de buscar aditivos alimentares que possam promover o desempenho eficiente dos animais, mas também garantir redução de gorduras saturadas na carne, com maior proporção de gorduras insaturadas, melhorando as qualidades físico químicas e sensoriais.

De acordo com Sun *et al.* (2007), a proteção de aminoácidos essenciais com materiais inertes, tais como a cera de carnaúba, podem promover maior fluxo de nitrogênio para o intestino delgado, permitindo maior desenvolvimento em ovinos confinados através do melhor uso da proteína dietética.

Associado a isto, Vasta e Luciano (2011) destacam que a utilização de taninos na dieta de ovinos pode reduzir a atividade microbiana no ambiente ruminal, alterando o processo de biohidrogenação no rúmen, reduzindo o processo de saturação dos ácidos graxos, proporcionando maior concentração de ácidos graxos mono e poli insaturados na carne, refletindo em gordura de melhor qualidade e maior segurança alimentar.

Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar a influência da lisina nas formas livre e protegida em cera de carnaúba enriquecida ou não com tanino da jurema preta sobre desempenho das carcaças ao abate, assim como as características físicas e químicas da carne de ovinos recebendo essas dietas.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi executado em conformidade com o Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus de Patos/Paraíba, Brasil, sob o protocolo nº 35/2023 (anexo 1).

### **2.1 Local, manejo e instalações**

O trabalho foi realizado em um módulo experimental na zona rural do município de Iguatu, estado Ceará. Geograficamente localizada nas coordenadas Latitude S 6°23'43.46" e longitude W 39°16'49.65" altitude de 218 metros, de acordo com informações de GPS (Global Positioning System).

No início dos trabalhos, todos os animais foram submetidos ao manejo sanitário de desverminação, aplicação de vacinas contra raiva e clostridioses, e modificador orgânico, com suas respectivas doses de reforço. Os animais foram mantidos em gaiolas individuais, medindo 1,00 x 0,80 m, equipadas com comedouro e bebedouros e alocadas em galpão suspenso.

### **2.2 Animais, dietas e desempenho**

Foram utilizados 40 ovinos mestiços de Santa Inês, machos, inteiros, com média de 120 dias de idade e  $23 \pm 1,2$  kg de peso vivo. A duração foi de 70 dias, sendo 15 de adaptação, e 55 dias de avaliação, realizado no período de 14 de fevereiro de 2023 à 24 de abril de 2023. A dieta foi formulada de forma isoproteica e isoenergética para todos os tratamentos, utilizando os fenos de capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) e de capim tifton (*Cynodon spp*) como volumoso, e o concentrado foi a base de milho moído, farelo de soja e núcleo mineral ovino. Os tratamentos experimentais foram: controle, contendo 0,0% de lisina (T1); lisina livre na dieta (T2); lisina microencapsulada em matriz lipídica de cera de carnaúba (T3); e lisina microencapsulada em matriz lipídica de cera de carnaúba associada ao extrato de tanino da jurema preta, que foram ajustadas de acordo com o National Research Council (NRC 2007) para ovinos de 20 kg de peso vivo e ganho diário de 250 g.

### **2.3 Abate, obtenção e avaliação da carcaça**

Os animais foram pesados individualmente no início e ao final do experimento. Ao completarem o período experimental os animais foram submetidos a jejum de 16 horas, seguido de pesagem para obtenção do peso ao abate (PA). Os animais foram abatidos no Abatedouro, localizado no município de Iguatu – Ceará, através do atordoamento com concussão cerebral e submetido a sangria da veia jugular e a artéria carótida (BRASIL, 2000).

Após o abate foi realizada a esfola, evisceração e retirada das patas e cabeça, obtendo assim a carcaça quente, que foi pesada para obter o peso da carcaça quente (PCQ), momento em que foi avaliado pH em nível do músculo *Longissimos lumborum* (LL), utilizando pHmetro digital do tipo portátil, para meios semi-sólidos, da marca Testo. O PCQ foi utilizado para obter o rendimento de carcaça quente (RCQ), obtido pela fórmula  $RCQ (\%) = PCQ/PA \times 100$ .

A carcaça quente foi submetida ao resfriamento em câmara fria por 24 horas em temperatura de 4 °C, e em seguida pesadas novamente para obtenção do peso da carcaça fria (PCF) e avaliação do pH após 24 horas. O PCF foi utilizado para estimar o rendimento de carcaça fria (RCF), obtido pela fórmula  $RCF (\%) = PCF/PA \times 100$ . Foi obtido ainda a perda de peso por resfriamento (PPR), utilizando a equação  $PPR (\%) = (PCQ - PCF) \times 100/PCQ$ . Toda a avaliação da carcaça foi feita utilizando as recomendações de Cézár e Souza (2007).

#### **2.4 Análises físico-química da carne**

As análises instrumentais da carne foram desenvolvidas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Campina Grande, campus - Patos, sendo utilizado o músculo LL proveniente da dissecação do lombo. Na determinação da capacidade de retenção de água (CRA) foi utilizado amostras de carne de  $500 \pm 20$  mg, que foram colocadas no sentido transversal das fibras sobre papel-filtro e sobre estas foi colocado peso de 10 kg por 5 minutos. Posteriormente, as amostras foram pesadas e por diferença calculou-se a quantidade de água perdida. Foram feitas 3 medições de cada animal e o resultado foi expresso em porcentagem de água exsudada em relação ao peso

inicial da amostra, utilizando a metodologia de Sierra (1973) para calcular a quantidade de água perdida.

A cor da carne foi determinada após descongelamento. A mensuração foi feita de acordo com Miltenburg *et al.* (1992), avaliando os parâmetros luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo, que foi realizada por meio de corte transversal do músculo *Longissimus lumborum*. O índice de saturação (chroma, C\*) foi determinado de acordo com Boccard *et al.* (1981). A determinação das perdas por cocção foi realizada mediante corte de cubos de 25 mm x 25 mm, pesados e assados até que a temperatura do centro atingisse 71 °C. Em seguida, as amostras foram resfriadas e pesadas. As perdas de peso por cocção (PPC) foram calculadas segundo a metodologia de Mansour e Khalil (1997). Três amostras do músculo LL foram utilizadas para a determinação da perda de peso por cozimento segundo AMSA (2015). As amostras foram removidas da gordura subcutânea e cozidas a 170 °C até a temperatura interna atingir 72 °C, e através da diferença de peso antes e após o cozimento determinar o percentual de perda. Em seguida três núcleos postos paralelos às fibras musculares para avaliar a força de cisalhamento (FC). A análise da textura instrumental foi realizada conforme descrito por Bourne (1978).

As análises de umidade, matéria seca, minerais, proteína e gordura da carne foram realizadas seguindo as recomendações da AOAC (2012).

## **2.5 Tratamentos e análises estatísticas**

Os tratamentos experimentais consistiram em controle, contendo 0,0% de lisina (T1); lisina livre na dieta (T2); lisina microencapsulada em matriz lipídica de cera de carnaúba (T3); e lisina microencapsulada em matriz lipídica de cera de carnaúba associada ao extrato de tanino da jurema preta, que foram analisados segundo o delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições. Os dados foram analisados utilizando o pacote estatístico SAS (2014). Os tratamentos foram submetidos a análises de variância e as médias comparadas pelo teste de tukey, atendendo ao nível de 5 % de significância.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Características de carcaça

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) das dietas sobre as características de carcaça dos ovinos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Avaliação de carcaça de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da jurema preta.

Item	Controle	Lisina livre	Cera + lisina	Cera + lisina + tanino	EPM	p- valor
PA (Kg)	36.02 <sup>a</sup>	34.43 <sup>a</sup>	36.19 <sup>a</sup>	35.12 <sup>a</sup>	1.31	0.767
PCQ (Kg)	16.30 <sup>a</sup>	15.38 <sup>a</sup>	16.20 <sup>a</sup>	15.74 <sup>a</sup>	0.71	0.783
PCF (Kg)	15.88 <sup>a</sup>	15.01 <sup>a</sup>	15.71 <sup>a</sup>	15.36 <sup>a</sup>	0.70	0.826
PPR (%)	2.60 <sup>a</sup>	2.50 <sup>a</sup>	2.99 <sup>a</sup>	2.48 <sup>a</sup>	0.25	0.485
PHq	6.52 <sup>a</sup>	6.65 <sup>a</sup>	6.41 <sup>a</sup>	6.63 <sup>a</sup>	0.07	0.101
PHf	5.42 <sup>a</sup>	5.36 <sup>a</sup>	5.27 <sup>a</sup>	5.34 <sup>a</sup>	0.06	0.426
Temp.q (°C)	35.63 <sup>a</sup>	34.53 <sup>a</sup>	36.01 <sup>a</sup>	33.77 <sup>a</sup>	0.62	0.065
Temp.f (°C)	19.10 <sup>a</sup>	19.40 <sup>a</sup>	19.70 <sup>a</sup>	19.57 <sup>a</sup>	0.23	0.335
RCQ (%)	45.24 <sup>a</sup>	44.53 <sup>a</sup>	44.67 <sup>a</sup>	44.75 <sup>a</sup>	0.68	0.890
RCF (%)	44.07 <sup>a</sup>	43.44 <sup>a</sup>	43.33 <sup>a</sup>	43.64 <sup>a</sup>	0.69	0.886
EGS (cm)	1.64 <sup>a</sup>	1.46 <sup>a</sup>	1.65 <sup>a</sup>	1.84 <sup>a</sup>	0.16	0.423

Medias com letras comuns não difere significativamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

PA= peso de abate; PCQ= peso de carcaça quente; PCF= peso de carcaça fria; PPR= perdas por resfriamento; PHq= ph da carcaça quente; PHf= ph da carcaça fria; Temp.q= temperatura da carcaça quente; Temp.f= temperatura da carcaça fria; RCQ= rendimento da carcaça quente; RCF= rendimento da carcaça fria; EGS= espessura de gordura subcutânea; EPM= erro padrão da média; p-valor= Coeficiente de correlação de Pearson.

#### 3.2 Parâmetros físicos da carne

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) das dietas sobre os parâmetros físicos da carne de ovinos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Características físicas da carne de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da jurema preta.

Item	Controle	Lisina livre	Cera + lisina	Cera + lisina + tanino	EPM	p- valor
CRA %	29.42 <sup>a</sup>	30.78 <sup>a</sup>	31.08 <sup>a</sup>	31.69 <sup>a</sup>	1.19	0.586
FC (Kgf)	2.1 <sup>a</sup>	2.4 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	0.4	0.400
L*	38.04 <sup>a</sup>	40.30 <sup>a</sup>	40.14 <sup>a</sup>	39.20 <sup>a</sup>	0.62	0.061
a*	19.88 <sup>a</sup>	19.20 <sup>a</sup>	19.75 <sup>a</sup>	19.47 <sup>a</sup>	0.26	0.295
b*	0.98 <sup>a</sup>	0.94 <sup>a</sup>	0.87 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	0.17	0.921
C*	19.92 <sup>a</sup>	19.23 <sup>a</sup>	19.78 <sup>a</sup>	19.51 <sup>a</sup>	0.27	0.297
PPC %	28.31 <sup>a</sup>	30.44 <sup>a</sup>	28.26 <sup>a</sup>	26.29 <sup>a</sup>	1.75	0.435

Medias com letras comuns não difere significativamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

CRA= capacidade de retenção de água; FC= força de cisalhamento; L\*= luminosidade; a\*= vermelho; b\*= amarelo; C\*= chroma; PPC= perdas por cocção; EPM= erro padrão da média; p-valor= Coeficiente de correlação de Pearson.

### 3.3 Parâmetros químicos da carne

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) das dietas sobre os parâmetros químicos da carne nas variáveis MS, MM, PB e EE (Tabela 3).

**Tabela 3.** Características químicas da carne de ovinos submetidos a dietas com lisina livre e protegida em cera de carnaúba associada ou não ao tanino da jurema preta.

Item	Controle	Lisina livre	Cera + lisina	Cera + lisina + tanino	EPM	p- valor
MS %	27.80 <sup>a</sup>	27.79 <sup>a</sup>	28.02 <sup>a</sup>	28.10 <sup>a</sup>	0.26	0.786
MM %	4.20 <sup>a</sup>	4.19 <sup>a</sup>	4.26 <sup>a</sup>	4.14 <sup>a</sup>	0.08	0.792
PB %	21.93 <sup>a</sup>	20.94 <sup>a</sup>	22.22 <sup>a</sup>	22.10 <sup>a</sup>	0.84	0.727
EE %	10.74 <sup>a</sup>	12.21 <sup>a</sup>	10.95 <sup>a</sup>	10.73 <sup>a</sup>	0.88	0.620

Medias com letras comuns não difere significativamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

MS= matéria seca; MM= matéria mineral; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; EPM= erro padrão da média; p-valor= Coeficiente de correlação de Pearson.

#### 4 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para avaliação da carcaça foram satisfatórios para todos os tratamentos, não apresentando diferenças estatísticas entre os tratamentos testados.

Em geral, teores de tanino em torno de 4% da dieta tende a apresentar efeito positivo na digestibilidade (PEREIRA FILHO *et al.*, 2005), no consumo e até no ganho de peso, mas nem sempre esses refletem nas características da carcaça, principalmente em termos de rendimento de carcaça quente e fria.

Em trabalho realizado por Bandeira (2013) utilizando o feno de jurema preta como fonte de tanino na dieta de ovinos observou efeito positivo do tanino para algumas características da carcaça, com destaque para RCQ e RCF com 44.7% e 43.2%, respectivamente. Estes valores podem ser considerados iguais aos 44.8% e 43.6% obtidos respectivamente para as mesmas variáveis nesse trabalho.

Marques *et al.* (2007), trabalhando com ovinos fornecendo feno de flor de seda em níveis de até 30% na dieta obtiveram rendimentos superiores aos obtidos nesse trabalho, com percentuais para RCQ acima de 48%, e para RCF médias superiores a 46% deste trabalho, e os autores associaram a ação do tanino dessa espécie para esses resultados. É importante destacar ainda que esse elevado rendimento pode está refletindo as diferenças genéticas dos animais Santa Inês utilizados por esses autores em relação aos animais mestiços utilizados neste trabalho.

Para as PPR não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos testados no presente trabalho. Em pesquisa realizada por Bandeira (2013), foram observados resultados para PPR em torno de 3 a 4%. Martins *et al.* (2000) destacam que esses valores podem variar de 1 a 7%, e envolvem diversos fatores, tais como a própria câmara fria e gordura na carcaça dos animais. Para Carvalho *et al.* (2017), as PPR é um parâmetro importante para indicar a qualidade e boa distribuição de gordura nas carcaças, elevando a proteção na etapa do resfriamento. Nesse trabalho observou-se para esse parâmetro uma média abaixo de 3%.

Para os resultados de gordura subcutânea, observou-se que a média para os animais que receberam lisina protegida com cera associado ao tanino apresentaram valores de 1.84, mas não apresentaram diferença em relação aos demais tratamentos testados. Esses resultados são distintos ao observado por Purchas e Keogh (1984), que identificaram menores taxas de EGS em ovinos que receberam fontes de tanino na dieta. No entanto, Burin (2016) destaca que EGS abaixo de 3mm geram maior ocorrência de escurecimento da carne. Os valores encontrados nesse trabalho foram inferiores para ambos os tratamentos, mas não influenciaram negativamente no índice de luminosidade.

Para a CRA, os percentuais entre 29 a 31% foram adequados para a espécie e sistema de produção utilizado. De acordo com Gomide *et al.* (2013), valores mais baixos para pH causam maiores perdas na CRA, prejudicando a capacidade da água permanecer aderida à fibra muscular. Nesse trabalho observou-se boa capacidade de concentração e permanência da água na carne.

Para a força de cisalhamento, Lund *et al.* (2011) destacam que a maior rigidez na carne está associada a maior oxidação de proteínas. Nesse trabalho não foi observada influência das dietas sobre a maciez, mas os valores estão dentro da normalidade e variaram de 2 a 2.4 Kgf.

Para a intensidade de cor, César e Sousa (2007) destacam que vários fatores podem ser determinantes nos resultados, mas o de maior influência é o pH, visto que este permite a ligação da mioglobina com o oxigênio, de modo que, no menor pH a carne apresenta-se mais brilhante. Já o índice de amarelo está relacionado com o teor de gordura. No presente trabalho, não houve influência da inclusão da lisina livre ou protegida sobre esses parâmetros. Todavia, os valores ficaram dentro dos limites aceitáveis para carne de ovinos deslanados.

Não houve diferença entre os tratamentos testados para as perdas de peso por cocção, não sendo influenciada pelas diferentes dietas. Para Makkar (2003), a PPC é influenciada pelos valores de pH na carcaça, onde em meios com maior acidez acarreta maior desnaturação proteica e diminuição da ligação com a molécula de água.

Para a composição química da carne, Costa (2019) não obteve diferenças na carne de ovinos quando incluiu fontes de tanino de Acácia na dieta de ovinos,

obtendo valores média para PB e MS de 23% e 28%, respectivamente. Esses resultados corroboram aos encontrados no presente trabalho, e também aos de Chikwanha *et al.* (2019), executando trabalhos com inclusão de até 30% de tanino oriundo de bagaço de uva.

Os valores obtidos para EE e MM no presente trabalho foram superiores aos encontrados por Costa (2019), fator que pode ser associado à melhor inclusão de tanino na dieta dos animais (quantidade inferior), não prejudicando o consumo e digestibilidade dos ingredientes.

## **5 CONCLUSÃO**

A inclusão de aminoácidos essenciais como a lisina na dieta de ovinos, seja na forma livre ou protegida em cera de carnaúba, associada ou não ao tanino da jurema preta não afetaram as características da carcaça e da carne de ovinos mestiços de Santa Inês terminados em confinamento.

## REFERÊNCIAS

- AMSA. Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat. **American Meat Science Association**, ed. 2, 2015.
- AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC. **Association of Official Analytical Chemistry**: Washington, DC, USA, ed.19, 2012.
- BANDEIRA, P. A. V. Desempenho produtivo em ovinos Santa Inês alimentados com diferentes proporções de fenos de capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) e de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poir.). **Dissertação** – Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, 2013.
- BOCCARD, R.; BUCHTER, L.; CASTEELS, E.; COSENTINO, E.; DRANSFIELD, E.; HOOD, D. E.; JOSEPH, R. L.; MACDOUGALL, D. B.; RHODES, D. N.; Schön, I.; TINBERGEN, B. J.; Touraille, C. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the Commission of the European Communities'(CEC) beef production research programme. **Livestock Production Science**, v. 8, n. 5, p. 385-397, 1981.
- BOURNE, M. C. Texture Profile Analysis. **Food and Nutrition Science**, v. 6, nº 7, p. 62-67, 1978.
- BRAZIL. **Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento**. Normativa nº03/00, de 07 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue, 2000.
- BURIN, P.C. Qualidade da gordura ovina: características e fatores de influência– (Quality of fat sheep: characteristics and influence factors). **Revista eletrônica de Veterinária**, v.17, n.10, 2016.
- CARTAXO, F. Q.; CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H.; GONZAGA NETO, S.; PEREIRA FILHO, J. M.; CUNHA, M. G. G. Quantitative traits of carcass from lambs finished in feedlot system and slaughtered at different body conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 697–704, 2009.
- CARVALHO, I. P.; FIORENTINI, G.; LAGE, J. F.; MESSANA, J. D.; CANESIN, R. C.; ROSSI, L. G.; BERCHIELLI, T. T. Fatty acid profile, carcass traits and meat quality of Nellore steers following supplementation with various lipid sources. **Animal Production Science**, v.57, n.6, p. 1170– 1178, 2017.
- CÉZAR, M. F.; SOUSA, W. H. Carcaças ovinas e caprinas obtenção, avaliação e classificação. **Editora Agropecuária Tropical**, p. 147, 2007.
- CHIKWANHA, O. C.; MUCHENJE, V.; NOLTE, J. E.; DUGAN, M. E. R.; MAPIYE, C. Grape pomace (*Vitis vinifera* L. cv. Pinotage) supplementation in lamb diets: Effects on growth performance, carcass and meat quality. **Meat Science**, v. 147, p. 6–12, 2019.
- CORREIA, B. R.; CARVALHO, G. G. P.; OLIVEIRA, R. L.; PIRES, A. J. V.; RIBEIRO, O. L.; SILVA, R. R.; CARVALHO, B. M. A. Production and

quality of beef from young bulls fed diets supplemented with peanut cake. **Meat Science**, v. 118, p. 157–163, 2016.

- COSTA, E. I. S. Taninos condensados na dieta de cordeiros. **Tese** (Doutorado em Zootecnia). Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2019.
- FIRETTI, R.; ALBERTI, A.L.L.; ZUNDT, M.; CARVALHO FILHO, A.A.; OLIVEIRA, E.C. Identificação de Demanda e Preferências no Consumo de Carne Ovina com Apoio de Técnicas de Estatística Multivariada. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 55, n. 4, p. 679-692, 2017.
- GOMIDE, L. A. M; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. Ciência e Qualidade da Carne: Fundamentos. Editora UFV, Viçosa, p. 197, 2013.
- KONTOGIANNI, M. D.; PANAGIOTAKOS, D. B.; PITSAVOS, C.; CHRYSOHOOU, C.; STEFANADIS, C. Relationship between meat intake and the development of acute coronary syndromes: the CARDIO2000 case–control study, **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 62, p. 171–177, 2008.
- LUND, M. N.; HEINONEN, M.; BARON, C. P.; ESTÉVEZ, M. Protein oxidation in muscle foods: A review. **Molecular nutrition & food research**, v. 55, n. 1, p. 83- 95, 2011.
- MAKKAR, H. P. S. Effect and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin rich feeds. **Small Ruminante Research**, v. 49, p. 241– 256, 2003.
- MANSOUR, E. H.; KHALIL, A. H. Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fibers. **Food Research International**, v. 30, n. 3-4, p. 199-205, 1997.
- MARQUES, A. V. M. S.; COSTA, R. G.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA FILHO, J. M.; MADRUGA, M. S.; LIRA FILHO, G. E. Rendimento, composição tecidual e musculosidade da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis de feno de flor-de-seda na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 610-617, 2007.
- MARTINS, R. R. C.; OLIVEIRA, N. M.; OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. Peso vivo ao abate como indicador do peso e qualidade das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal. Bagé, RS: **Embrapa CPPSUL**, p. 29, 2000.
- MILTENBURG, G. A.; WENSING, T.; SMULDERS, F. J. M.; BREUKINK, H. J. Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 2766-2772, 1992.
- OSÓRIO, J. C. S.; SAÑUDO ASTIZ, C.; OSÓRIO, M. T. M.; ALFRANCA, I. S. Produção de carne ovina, alternativa para o Rio Grande do Sul. Pelotas: Ed. Universitária UFPEL, p. 166, 1998.
- PEREIRA FILHO, J. M.; VIEIRA, E. L.; KAMALAK, A.; SILVA, A. M. A.; CÉZAR, M. F.; BEELEN, P. M. G. Correlação entre o teor de tanino e a degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta do feno de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Wild) tratada com hidróxido de sódio. **Livestock Research for Rural Development**. v. 17, n. 8, 2005.

- PURCHAS, R.; KEOGH, R. Fatness of lambs grazed on 'Grasslands Maku' lotus and 'Grasslands Huia' white clover. **Society Animal Production**, v. 44, p. 219-221, 1984.
- SIERRA, I. Producción de cordero joven y pesado em lar aza. **Raza Argoneza**, I.E.P.G.E. n. 18, p. 28, 1973.
- SUN, Z. H.; TAN, Z. L.; LIU, S. M.; TAYO, G. O.; LIN, B.; TENG, B.; TANG, S. X.; WANG, W. J.; LIAO, Y. P.; PAN, Y. F.; WANG, J. R.; ZHAO, X. G.; HU, Y. Effects of dietary methionine and lysine sources on nutrient digestion, nitrogen utilization, and duodenal amino acid flow in growing goats. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 12, p. 3340-3347, 2007.
- VASTA, V.; LUCIANO, G. The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants products quality. **Small Ruminant Research**, v. 101, n. 1-3, p. 150-159, 2011.
- ZANOVEC, M.; O'NEIL, C. E.; KEAST, D. R.; FULGONI, V. L.; NICKLAS, T. A. Lean beef contributes significant amounts of key nutrients to the diets of US adults: National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2004. **Nutrition Research** (New York, N.Y.), v. 30, p. 375-81, 2010.

## ANEXO 1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS –  
CEUA/CSTR



## DECLARAÇÃO

Declaramos a quem possa interessar, que o Sr. **José Moraes Pereira Filho**, por via eletrônica, deu entrada em processo para apreciação de projeto de pesquisa, visando parecer consubstanciado junto a CEUA/CSTR/UFCG. O projeto, cujo título é **“LISINA MICROENCAPSULADA EM MATRIZ LIPÍDICA DE CERA DE CARNAÚBA ENRIQUECIDA COM TANINO DA [Mimosa tenuiflora (Wild.) Poir.]: DESEMPENHO, QUALIDADE DA CARÇAÇA E DA CARNE DE OVINO”** tem número de protocolo **35/2023**.

Patos, 19 de JULHO de 2023

Atenciosamente,

**Juliana Kelly de Souza Almeida Santos**  
Secretária do CEP  
cep@cstr.ufcg.edu.br