



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**QUITOSANA COMO ADITIVO NA DIETA DE CORDEIROS EM  
TERMINAÇÃO**

THAÍS LEMOS PEREIRA

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-graduação da  
Universidade Federal da Grande  
Dourados como parte das  
exigências para obtenção do  
título de Mestre em Zootecnia

Área de Concentração:  
Produção Animal

Dourados – MS

Março de 2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

## **QUITOSANA COMO ADITIVO NA DIETA DE CORDEIROS EM TERMINAÇÃO**

THAÍS LEMOS PEREIRA

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Euclides Reuter de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Jefferson Rodrigues Gandra

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal da Grande Dourados como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Área de Concentração: Produção Animal

Dourados – MS

Março de 2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

P436q	<p>Pereira, Thaís Lemos.</p> <p>Quitosana como aditivo na dieta de cordeiros em terminação. / Thaís Lemos Pereira. – Dourados, MS : UFGD, 2019.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Euclides Reuter de Oliveira.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Aditivos naturais. 2. Ruminantes. 3. Amido. 4. Ovinos. 5. Confinamento. I. Título.</p>
-------	--

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**

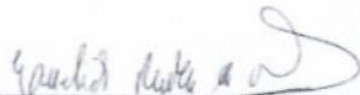
**QUITOSANA COMO ADITIVO NA DIETA DE CORDEIROS EM TERMINAÇÃO**

por

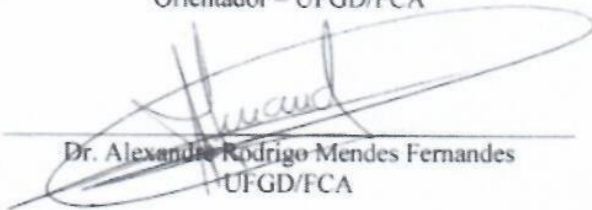
**THAÍS LEMOS PEREIRA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título  
de MESTRE EM ZOOTECNIA

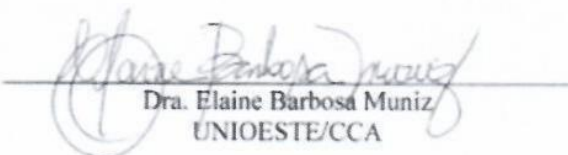
Aprovado em: 26/03/2019



Dr. Euclides Reuter de Oliveira  
Orientador – UFGD/FCA



Dr. Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes  
UFGD/FCA



Dra. Elaine Barbosa Muniz  
UNIOESTE/CCA



Dr. Tiago Antônio Del Valle  
USP/VNP

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Thaís Lemos Pereira, filha de Maria de Lourdes Lemos e Rogério Alves Pereira, nasceu em Ivinhema, Mato Grosso do Sul, em 15 de maio de 1993. Em 2011 ingressou no curso de Zootecnia, da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Em 2013 foi bolsista do programa Ciências Sem Fronteiras pelo período de 18 meses na Montana State University (MSU - Estados Unidos), modalidade graduação sanduíche, graduando-se em 2017. Em abril de 2017 deu início ao curso de mestrado, no programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de Produção Animal da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), onde foi bolsista CAPES e FUNDECT.

Dedico à todas as pessoas que lutaram e lutam para que mulheres, negros e pobres também tenham a liberdade de acesso a educação e conhecimento.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser maior do que qualquer coisa e fazer com que as coisas aconteçam no momento certo.

À minha mãezinha, Maria de Lourdes Lemos (*in memoriam*) pelo amor e por sempre me incentivar a buscar o melhor através dos estudos, agradecer sempre e nunca desistir. Serei eternamente grata por ser filha da mulher guerreira e batalhadora que foi. Sou eternamente grata por ser sua filha e espero ser um dia um terço do que a senhora foi.

Aos meus tios Luciana, Edinaldo, Nelcídio, João e minha avó Lucinda pelo apoio moral e por acreditarem que eu posso ser o melhor de mim e pela convicção de que meu futuro será bom.

Agradeço a minha prima Cintia pela amizade e horas de conversas sobre nossas aventuras e aspirações.

Agradeço ao prof. Dr. Euclides Reuter de Oliveira, orientador e amigo, que não mediu esforços e fez possível a realização dos experimentos e das atividades envolvidas neste trabalho. Agradeço pela orientação e amizade. Obrigada pela paciência e por fazer parte do meu crescimento profissional durante esses anos.

À prof<sup>a</sup> Andrea Maria de Araújo Gabriel pelo carinho, palavras de apoio, prestatividade e pela disponibilidade de uso do seu laboratório.

Aos prof. Dr. Jefferson Rodrigues Gandra e prof. Dr. Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes, pelas contribuições técnico científicas, parceria e orientações secundárias. Obrigada pela confiança.

Agradeço ao Valmir (Sassá), seu Waldemar e seu Airton pela colaboração e todo o suporte dado durante o manejo diário. Obrigada pelo tereré no calor aliada a boa conversa e conselhos no período de experimento.

À todos os colegas e alunos de graduação Jéssica, Dargon, Rafael Gauchinho, Polyana, Juliana, Ana, Samuel, Nara, Marcelo, João, Carlos Braks, Murilo, Juninho e Rafael que participaram das atividades desenvolvidas tanto no “campo” quanto no laboratório. A ajuda de vocês foi essencial para o sucesso do experimento, sem vocês não seria possível.

Agradeço também aos técnicos laboratoriais Adriana, João, Camila e Elda pela imparcialidade e esforço para que nós alunos pudéssemos realizar as análises necessárias no prazo.

Aos meus colegas do mestrado Renata Martins, Nayara, Lorena, Andrey, Carla, Natália, Renata, Rebeca, Laíze, Sanayra, Thaiano, Karine, Jéssica, Fernando, Adrielly, Carol e Jamille... gostaria de dizer que foi muito bom compartilhar esses dois anos de mestrado com vocês, mesmo não sendo fácil, foi de muito aprendizado. Acredito no potencial e sucesso de cada um.

Às minhas amigas Laís Torres e Jéssica Castilho por compartilharem muitos momentos importantes e memoráveis durante esses últimos anos.

Gostaria de agradecer especialmente à Renata Martins e Andrey Sávio por acreditarem no meu potencial e me incentivarem a não desistir. Suas palavras de motivação e apoio vieram sempre no momento certo, sou muito grata por essa amizade. A conclusão deste trabalho não teria sido possível sem o apoio de vocês.

Agradeço aos amigos (Renata, Ana Laura e Bremer) que mesmo de longe demonstraram ser pessoas mais que importantes na minha vida. Obrigada pela irmandade.

À CAPES e FUNDECT pela concessão da bolsa de estudos.

À todos que estiveram comigo durante esse período, meu **muito obrigada!**



## RESUMO

PEREIRA, Thaís Lemos. Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/MS. Março de 2019. **Quitosana como aditivo na dieta de cordeiros em terminação.** Orientador: Euclides Reuter de Oliveira; Coorientador: Jefferson Rodrigues Gandra.

Estudos relacionados a quitosana apresentaram resultados positivos sobre a ação moduladora de fermentação ruminal e conseqüentemente sua atuação no metabolismo proteico, glicosídico e lipídico. Com base nos dados existentes na literatura, surgiu então o interesse de avaliar o uso de quitosana como aditivo natural no desempenho de ruminantes. Portanto, neste trabalho 24 cordeiros mestiços Suffolk x Texel com idade de  $4\pm 0,5$  meses, peso médio de  $20\pm 5$  kg em um delineamento de blocos casualizados, foram alojados em baias individuais e mantidos em regime de confinamento por 70 dias (precedido de 16 dias de adaptação as instalações) recebendo dieta de alto concentrado e distribuídos em dois tratamentos: CON - dieta controle sem aditivo ou QUI – dieta com 3g/dia de quitosana, ambos tratamentos ministrados *top dress* com uma porção da mistura proteica mineral. A dieta fornecida continha a relação volumoso: concentrado de 15:85, onde o volumoso foi feno de gramíneas de *Cynodon* spp. (15%), e o concentrado composto por silagem de grão de milho reidratado (66%), uma mistura proteica mineral (19%) constituída de grão de soja moído e mistura mineral. Os animais foram pesados a cada 14 dias para avaliação de desempenho. Medidas de ultrassom foram realizadas a cada 14 dias para obtenção de área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea. Os animais foram abatidos aos 70 dias de confinamento, após 24 horas na câmara fria a 4°C as carcaças foram avaliadas. O músculo *longissimus dorsi* foi separado para análise de ácidos graxos, que foi feita por cromatografia gasosa. Os dados foram submetidos a análise estatística pelo SAS Versão 9.3. Cordeiros que receberam QUI na dieta tiveram maior ( $P<0,05$ ) consumo de MS, GMD e peso final. Conseqüentemente também tiveram maiores ( $P<0,05$ ) pesos médio pesos metabólico médio e peso metabólico final, os animais suplementados com QUI que os animais CON. A adição de QUI promoveu maior ( $P<0,05$ ) AOL e RCQ. A espessura de gordura subcutânea e ganho não foram afetados ( $P>0,05$ ) pela QUI tampouco a qualidade da carne. Por outro lado foi observado diferença no perfil de ácidos graxos, onde animais alimentados com QUI tiveram aumento nas quantidades dos ácidos oleico (C18:1 $\omega$ 9), linoleico (C 18:2;) ácido linoleico conjugado CLA (C18:2 $\omega$ 6t;), araquidônico (C20:4 $\omega$ 6;) e eicosapentaenoico

(C20:5 $\omega$ 3;) na carne. Este estudo mostrou que a suplementação com QUI melhorou o desempenho produtivo e aspectos positivos no perfil de ácidos graxos sem alterar a qualidade da carne de cordeiros confinados.

**Palavras-chave:** aditivos naturais, ruminantes, amido, ovinos, confinamento

## ABSTRACT

PEREIRA, Thaís Lemos. Federal University of Grande Dourados, Dourados/MS. March, 2019. **Chitosan as additive in the diet of finishing lambs**. Advisor: Euclides Reuter de Oliveira; Co-advisor: Jefferson Rodrigues Gandra.

The previous research about chitosan has shown positive results as a modulator of ruminal fermentation, thus acting in the metabolism of protein, glucose and lipid. Based on what is known in the literature, there is an interest in studying the effects of chitosan in ruminants' productive performance, and fatty acids. For this reason, in this study twenty-four crossbred (Suffolk x Texel) lambs aging  $4 \pm 0,5$  months and an average weight of  $20 \pm 5$  kg in a randomized block design, were housed in individual pens during a 70-d trial (16 d for adaptation previously the experimental period) receiving high starch diet and fed either this diet containing chitosan (CHI - 3g/day) or a control (CON) diet with no additive, being both treatments given *top dress* with a small portion of the protein mixture. The animals received the same diet, which was composed of *Cynodon* spp. hay (15%), rehydrated ground corn silage (66%), a protein mixture of ground soybean and mineral mixture (19%), in a roughage: concentrate ratio of 15:85. The animals were weighed every 14 d to evaluate the performance. Ultrasound measurements were performed every 14 d to assess the rib eye area and subcutaneous fat. Lambs were slaughtered within 70 d; carcass traits were evaluated (after 24h in cold chamber 4°C). The fatty acids profile of the *Longissimus* were determined by gas chromatography. The experimental data were analyzed by statistical program SAS 9.3. Lambs fed CHI had higher ( $P < 0.05$ ) DM intake, daily weight gain, average and final weight in contrast to control lambs. Lambs fed CHI also had an increase on the average and final metabolic weight ( $P < 0.05$ ). Chitosan supplemented lambs had higher rib eye area and hot carcass yield. Total subcutaneous fat and gain of fat ( $P > 0.05$ ) did not differ between the animals from both treatments. Likewise, the meat quality traits were not affected by CHI supplementation. CHI supplemented lambs presented higher contents of oleic acid (C18:1 $\omega$ 9), linoleic (C 18:2) trans-linoleic (C18:2 $\omega$ 6t), arachidonic (C20:4 $\omega$ 6) and eicosapentaenoic (C20:5 $\omega$ 3) in muscle tissue than did the control lambs. The current study showed that chitosan supplementation improves the performance, having positive effects on fatty acid profile without changing the meat quality of feedlot lambs.

**Keywords:** natural additives, ruminants, starch, sheep, feedlot

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>v</b>
<b>1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>6</b>
<b>2. HIPÓTESES.....</b>	<b>6</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>7</b>
<b>3.3. OBJETIVO ESPECÍFICO .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>8</b>
<b>1. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Confinamento.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2. Dietas de alto concentrado (amido) .....</b>	<b>9</b>
<b>1.3. Aditivos.....</b>	<b>10</b>
<b>2. Quitosana .....</b>	<b>11</b>
<b>3. Perfil de Ácidos Graxos da Carne .....</b>	<b>14</b>
<b>2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>20</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 Animais, tratamentos e dieta .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 Consumo e Desempenho Produtivo .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3 Comportamento ingestivo .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4 Medidas ultrassonográficas .....</b>	<b>26</b>
<b>2.5 Avaliação da carcaça e qualidade da carne .....</b>	<b>26</b>

2.6 Perfil de ácidos graxos do lombo .....	27
2.7 Análises Estatísticas ( <b>conferir com o prof. Jefferson</b> ).....	28
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
3.1 Consumo e Desempenho Produtivo .....	29
3.2 Comportamento ingestivo .....	32
3.3 Características da carcaça e qualidade da carne .....	34
3.4 Perfil de ácidos graxos da carne .....	35
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>6. AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>39</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>43</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição percentual e nutricional da dieta fornecida aos cordeiros. ....	24
<b>Tabela 2.</b> Composição bromatológica dos ingredientes (percentagem na base da matéria seca).....	24
<b>Tabela 3.</b> Efeito da suplementação com quitosana no desempenho de cordeiros confinados recebendo dieta a base de alto concentrado.....	29
<b>Tabela 4.</b> Efeito da quitosana no comportamento ingestivo de cordeiros.....	32
<b>Tabela 5.</b> Efeito da quitosana nas características de carcaça e medidas ultrassonográficas de cordeiros. ....	34
<b>Tabela 6.</b> Efeito da quitosana na qualidade do <i>longissimus dorsi</i> e composição química do <i>longissimus lumborum</i> de cordeiros.....	34
<b>Tabela 7.</b> Perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com quitosana em dietas de alto concentrado .....	35
<b>Tabela 8.</b> Composição de ácidos graxos do <i>longissimus dorsi</i> (g/100g) de cordeiros suplementados com quitosana em dieta de alto concentrado.....	36

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

**Figura 1.** Estrutura da celulose, quitina e quitosana (KUMAR, 2000)..... 12

**Figura 2.** Interação do tempo e tratamentos na digestibilidade do amido..... 30

### CAPÍTULO 2

**Figura 3.** Efeito da quitosana no ganho de peso (kg/dia) de cordeiros em função dos dias de confinamento..... 31

**Figura 4.** Efeito da quitosana na conversão alimentar conforme os dias de confinamento..... 31

**Figura 5.** Comportamento de mastigação (min/dia) dos cordeiros de acordo com o período experimental (dias) ..... 33

**Figura 6.** Comportamento de ruminação (min/dia) em função do período experimental (dias)..... 33

**LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>AA</b>	Ácido araquidônico
<b>AOAC</b>	Association of Official Analytical Chemists
<b>AOL</b>	Área de olho de lombo
<b>CLA</b>	Ácido linoleico conjugado
<b>CON</b>	Controle
<b>DHA</b>	Ácido docosahexaenóico
<b>EMBRAPA</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>EPA</b>	Ácido eicosapentaenoico
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>NRC</b>	National Research Council
<b>QUI</b>	Quitosana
<b>RCF</b>	Rendimento de carcaça fria
<b>RCQ</b>	Rendimento de carcaça quente
<b>SAS</b>	Statistical Analysis System
<b>Valor L*</b>	Luminosidade
<b>Valor a*</b>	Teor de vermelho
<b>Valor b*</b>	Teor de amarelo



## **1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Para aumentar a produtividade uma das ferramentas que há algumas décadas vem sendo utilizada são os aditivos moduladores de fermentação, em destaque, os ionóforos. Apesar dos benefícios do uso destes antibióticos promotores de crescimento, há uma preocupação populacional quanto ao uso indiscriminado dos mesmos e suas consequências. Mesmo não sendo comprovado a transferência de resistência bacteriana a esses ionóforos de animais para o homem (RUSSELL & HOULIHAN, 2003), o uso destes já foi suspenso em vários países como forma de prevenção.

O apelo por uma produção pecuária sustentável e segura vem direcionando as pesquisas e intensificando a busca por produtos alternativos não antibióticos, que possam ser utilizados como promotores de crescimento na nutrição animal. A tendência para os próximos anos é que o consumidor esteja ainda mais consciente quanto aos sistemas de produção animal e os produtores terão que se adaptar a essa nova realidade. O Brasil tem grande potencial para se destacar competitivamente e liderar a produção sustentável de carne.

Desta forma, alternativas naturais, disponíveis e seguras tem sido procuradas para atender essa necessidade. Dentre os potenciais aditivos a serem usados na alimentação animal, a quitosana é uma delas. A quitosana tem uma vasta funcionalidade, podendo ser aplicada em vários segmentos. Por ser uma fibra natural originada da quitina, proveniente do exoesqueleto de crustáceos/subproduto da indústria pesqueira, com características antimicrobianas, atóxica (DUTTA & DUTTA, 2004), a quitosana se destaca entre as novas alternativas a serem utilizada na nutrição de ruminantes em substituição aos aditivos antibióticos.

Estudos já foram realizados sobre o modo de ação da quitosana nos parâmetros ruminais, metabolismo e digestão, e estes estão bem estabelecidos, porém ainda há a necessidade de entender o efeito da quitosana no desempenho animal, características de carcaça, qualidade da carne e gordura de animais de corte.

## **2. HIPÓTESES**

Considerando a ação moduladora de fermentação (antimicrobiana) da quitosana e ação hipocolesterolêmica, as hipóteses levantadas neste trabalho foram a de que os animais suplementados com quitosana (1) terão maior ganho de peso e musculabilidade, (2) uma

menor deposição de gordura e (3) alteração no perfil de ácidos graxos do lombo com menor proporção de ácidos graxos saturados.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.2. OBJETIVO GERAL**

Avaliar o uso de quitosana como aditivo natural no desempenho de ruminantes em confinamento recebendo dieta de alto concentrado.

#### **3.3. OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Avaliar o efeito da suplementação com quitosana em dieta de alto concentrado nos parâmetros de desempenho produtivo, consumo de matéria seca, digestibilidade do amido, ganho de peso, conversão e eficiência alimentar e comportamento ingestivo;
- Avaliar o crescimento e musculosidade, através de medidas ultrassonográficas como área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea de animais alimentados com quitosana em dieta de alta proporção de concentrado;
- Avaliar o efeito da suplementação com quitosana nas características da carcaça, qualidade da carne e composição de ácidos graxos do lombo de cordeiros recebendo dieta de alta proporção de concentrado.

# **CAPÍTULO 1**

## **1. REVISÃO DE LITERATURA**

### **1.1. Confinamento**

Cordeiros terminados em confinamento podem significar melhor custo benefício, pois o tempo para atingirem o peso é menor do que em pasto. O confinamento surgiu conforme uma necessidade de alimentar os animais em períodos de escassez forrageira, aliado com o fornecimento de alimentos conservados como o feno e a silagem por exemplo. Também é uma vantagem a disponibilidade de carne e abastecimento de mercado em períodos de entressafra (ALBUQUERQUE & OLIVEIRA, 2015).

A melhor categoria animal para se confinar são os animais jovens, na fase de crescimento pois possuem maior potencial para ganho de peso, melhor conversão alimentar e em menor tempo, sendo estes aliados ao fornecimento de uma dieta de qualidade (ALBUQUERQUE & OLIVEIRA, 2015).

### **1.2. Dietas de alto concentrado (amido)**

Dentro das formas de alimentos disponíveis para ruminantes, dietas ricas em amido são as mais importantes fontes de energia para ruminantes (MACKIE et al., 2002). O amido presente nessas dietas serve de fonte de energia que melhora a fermentação ruminal, otimiza a digestão de carboidratos estruturais, aumenta o fluxo de proteína microbiana para serem absorvidas no intestino delgado podendo então melhorar o desempenho animal (GÓMEZ et al., 2016).

Vários são os fatores que afetam a digestibilidade do amido, entre eles o tamanho da partícula (quanto maior o grão mais dificultada é a ação enzimática no substrato), a proporção amilose:amilopectina (a amilopectina tem maior taxa de digestão que a amilose), a vitreosidade do grão (quanto mais vitreoso for o endosperma, menos digestível será o amido), complexo amido-lipídio (os lipídeos que se encontram nos grânulos de amido reduzem a solubilidade e digestão enzimática do amido - amilose), complexo amido-proteína (a presença de prolaminas está associada negativamente com a digestibilidade), processamento dos grãos (processamentos físicos e químicos facilitam adesão das bactérias ao amido no processo de digestão ruminal), fonte de amido (cereais como trigo, aveia, centeio possuem maior degradabilidade do amido devido a uma maior porção de endosperma farináceo quando comparados com milho e sorgo por exemplo) e restrições fisiológicas do intestino delgado (GÓMEZ et al., 2016).

Como o milho é amplamente usado na nutrição animal, é essencial que técnicas que potencializam o aproveitamento de seus nutrientes sejam utilizadas. A silagem do grão de milho reidratado é constituído basicamente pelo grão de milho seco que já perdeu a umidade anteriormente ou passou do ponto de ensilagem convencional onde o milho precisa estar no ponto, com umidade ideal. Durante a ensilagem é adicionado água com o objetivo de retornar a umidade ao grão de milho, fornecendo a umidade necessária (35%) para o processo de fermentação que posteriormente ocorre na silagem, reduzindo então perdas e promovendo maior digestibilidade (ARCARI et al., 2016).

O processamento do grão de milho, reidratação e ensilagem, otimiza a produção pois este tipo de conservação promove maior disponibilidade do amido consequentemente aumentando a digestibilidade ruminal do amido assim gerando maior aproveitamento total do mesmo (FERRARETTO et al., 2013). Reis et al. (2001) encontraram maiores ganhos de peso e melhor desempenho de cordeiros confinados alimentados com a silagem de grão de milho reidratado, em comparação ao milho seco e silagem de grão de milho úmido.

No entanto, o consumo excessivo de carboidratos de rápida fermentação é um problema na produção de ruminantes que está relativamente relacionado a ocorrência de problemas metabólicos como a acidose. O uso de aditivos para a redução destes problemas tem sido uma boa alternativa para amenizar essas alterações (OWENS et al., 1998).

### **1.3. Aditivos**

Nos confinamentos, a maioria dos aditivos ministrados a ruminantes tem a pretensão de melhorar a eficiência alimentar, disponibilizando maior quantidade de nutrientes provenientes dos alimentos e prevenir distúrbios metabólicos. Em dietas de ruminantes, os ionóforos são bem conhecidos e amplamente utilizados para modular a fermentação ruminal, regular o pH em dietas de ricas em grãos, e por reduzir o consumo mantendo o ganho de peso (RUSSELL & STROBEL, 1989).

Dietas ricas em amido são mais acidogênicas do que dietas com baixas inclusões deste. Devido a esses carboidratos serem de rápida absorção, a fermentação no ambiente ruminal provoca um aumento na produção de ácidos graxos voláteis e ácido lático, portando reduzirá o pH, tornando o ambiente ruminal inabitável para bactérias celulolíticas assim ocasionando uma redução na digestibilidade da fibra e do consumo de

matéria seca, levando o animal a distúrbios metabólicos como a acidose (MACKIE et al., 2002).

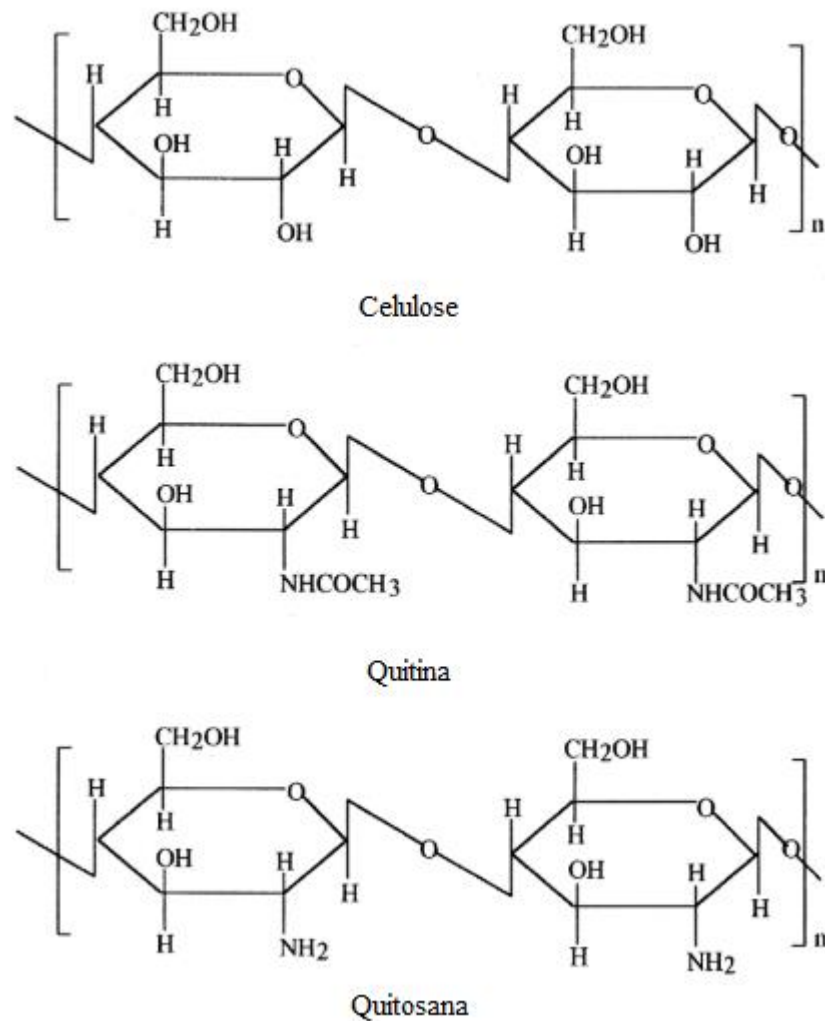
Quando um aditivo ionóforo é adicionado em uma dieta rica em carboidratos não fibrosos, há inibição de produtores de H<sub>2</sub> (que reduz produção de metano e aumenta a proporção propionato: acetato), produtores de NH<sub>3</sub> (reduzindo a produção de amônia e então aumenta a disponibilidade da proteína), produtoras de lactato (reduz o lactato e assim o pH sobe novamente), há uma queda na ingestão de alimento (o que reduz a taxa de diluição e aumenta a porcentagem de alimento digerido) (RUSSEL & STROBEL, 1989).

O uso indiscriminado de aditivos antibióticos (ionóforos) na nutrição animal, trouxe uma preocupação sobre possíveis prejuízos à saúde humana. Com isso cientistas animais tem se atentado a essa necessidade de busca por alternativas naturais que possam trazer os mesmos benefícios que esses aditivos por tanto tempo utilizados mas agora restritos (RUSSELL & HOULIHAN, 2003).

## **2. Quitosana**

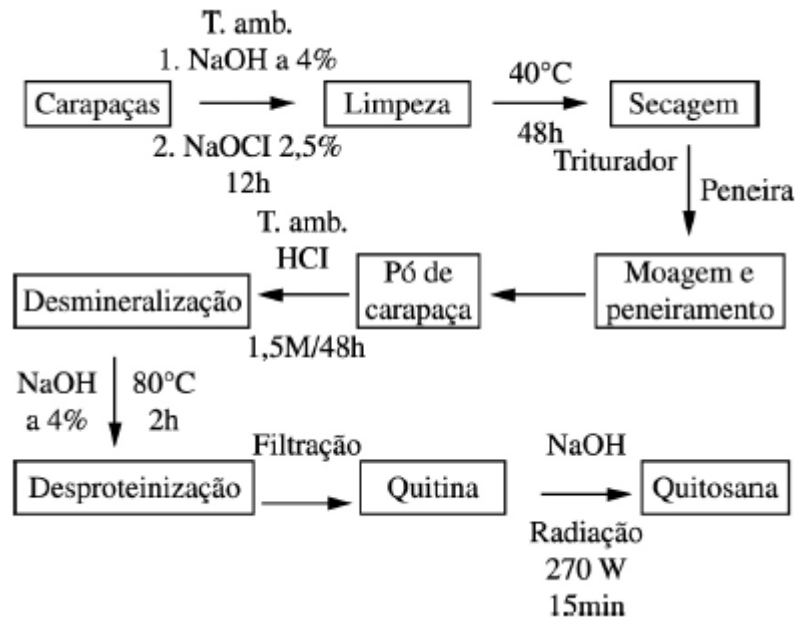
A quitosana (N-acetil-D-glucosamina polímero) é um polissacarídeo proveniente a partir da desacetilação da quitina (2-acetil-2-deoxi-β-D-glucose), que em abundancia só fica atrás da celulose. A quitina pode ser obtida do exoesqueleto de camarões, caranguejos e parede celular de fungos (KUMAR, 2000), porém é obtida majoritariamente extraída do exoesqueleto de crustáceos, resíduo de indústria pesqueira esta que tem grande importância pelo quesito reaproveitamento (impacto ambiental) e geração de renda (SENEL & MCCLURE, 2004).

A quitosana possui uma vasta funcionalidade e bioatividade, biodegradabilidade e atoxidez, e por este motivo tem se destacado em vários segmentos no ramo científico (RINAUDO, 2006), conhecida até como fibra do futuro. A estrutura da quitosana é similar com a da celulose, mudando apenas o agrupamento amina (KUMAR, 2000).



**Figura 1.** Estrutura da celulose, quitina e quitosana (KUMAR, 2000).

As etapas do processo de obtenção da quitosana são desmineralização, desproteinização e desacetilação (ABREU et al., 2013). A casca de camarão/caranguejo após serem lavadas passam pela desproteinização, onde há a remoção das proteínas e posteriormente por dissolução de carbonato de cálcio, tendo como resultado final a quitina. Após a obtenção de quitina, esta passa pelo processo de desacetilação alcalina (40% de hidróxido de sódio a 120°C de 1 a 3 horas) dando origem a quitosana (KUMAR, 2000). Uma forma simplificada do processo de obtenção da quitosana foi proposta por Abreu et al. (2013).



**Figura 2.** Etapas da obtenção de quitina e quitosana a partir de carapaças de caranguejo (ABREU et al., 2013).

O grau de acetilação vai determinar as propriedades físico-químicas, como solubilidade, pKa e viscosidade assim podendo dar origem a várias formas de quitosana, influenciando no seu modo de ação. A atividade antibacteriana da quitosana em sua maioria é dada pela sua estrutura policatiônica (seus agrupamentos amino positivos) que interage com os componentes aniônicos na superfície das bactérias, mas também totalmente influenciada pelo pH (KONG et al., 2010).

Vários são os fatores que influenciam a eficácia bactericida da quitosana, sendo eles fatores microbianos específicos dos microrganismos, fatores intrínsecos da quitosana como densidade da carga positiva, concentração, capacidade quelatante, característica hidrofílica/hidrofóbica, estado físico (solubilizada ou forma sólida), pH, temperatura (KONG et al., 2010).

Das características biológicas que permitem a quitosana ter tantas aplicações, seu agrupamento amínico livre e unidades desacetiladas onde ocorre a protonação com outras moléculas, explicando então suas atividades antimicrobiana, coagulantes, hipocolesterolêmica etc. (COSTA SILVA et al., 2006).

Na nutrição animal a quitosana foi testada no desempenho de frangos de corte e promoveu uma melhora na microbiota intestinal, assim influenciando positivamente nos



resultados de conversão alimentar (NUENGJAMNONG & ANGKANAPORN, 2018). Em suínos a quitosana também promoveu efeitos promissores como promotora de crescimento por melhorar a digestibilidade da matéria seca e proteína (XU et al., 2014).

A necessidade por novos aditivos alternativos na nutrição de ruminantes, tem direcionado as pesquisas com quitosana como uma das possíveis alternativas para substituição de ionóforos existentes. Seu modo de ação antimicrobiana mostrou-se capaz de modular a fermentação ruminal (GOIRI, et al., 2009; GOIRI; et al., 2010; PAIVA et al., 2016).

Goiri et al., (2009), sugeriram uma ação moduladora de fermentação ruminal da quitosana devido ao aumento na proporção de propionato: acetato em ensaios *in vitro* (RUSITEC). Paiva et al., (2016) também encontraram aumento na concentração de propionato, assim uma redução na relação acetato: propionato, quando avaliando o efeito da quitosana na fermentação ruminal de vacas leiteiras, o que comprova a eficiência da quitosana na modulação de fermentação ruminal em substituição a ionóforos.

Araújo et al., (2016) propuseram o uso de quitosana como modulador de fermentação nas doses de 100 a 150mg/kg de Peso Vivo, pois nessas condições há uma melhora da digestibilidade de nutrientes (matéria seca, proteína e fibra em detergente neutro). Esses mesmos autores encontraram aumento na concentração de propionato, resultando em maior teor de glicose plasmática de novilhos Nelore suplementados com quitosana e alimentados a uma ração total misturada.

Em outros estudos, Goiri et al., (2010b) usando RUSITEC reportaram que a biohidrogenação ruminal é afetada pela quitosana, impedindo a biohidrogenação *in vitro* assim aumentando a quantidade de C18:1 t11, total CLA e reduzindo a quantidade de ácidos graxos saturados no rúmen.

O ação quelatante por ligações iônicas da quitosana no metabolismo lipídico já é conhecida. Gandra et al., (2016) avaliando o metabolitos sanguíneos de novilhas Jersey alimentadas com quitosana encontraram uma redução no colesterol total na concentração de HDL e LDL.

### **3. Perfil de Ácidos Graxos da Carne**

Os ácidos graxos apresentam importante papel no tecido biológico pois influenciam propriedades como a integridade, fluidificação, permeabilidade e atividades enzima-

membrana. Além de serem precursores de eicosanoides, moléculas derivadas de ácidos graxos com 20 carbonos das famílias ômega-3 e ômega 6. Também são necessários para manter a impermeabilidade da pele e estão envolvidos no transporte e metabolismo do colesterol. Todos os membros das famílias de ácidos graxos podem ser sintetizados a partir dos ácidos graxos fornecidos na dieta e vai depender da ação das enzimas (ALMEIDA e FRANCO, 2006).

Os ácidos graxos são compostos que vão promover aos lipídeos propriedades nutricionais e as características físico-químicas responsáveis pelos atributos sensoriais e também pela conservação da carne (ALVES et al., 2012).

Dentro das classificações dos ácidos graxos estão: ácidos graxos saturados (SFA), estes que possuem ligação simples; ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) – uma ligação dupla na molécula; ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) – mais de uma ligação dupla na molécula.

Na carne ovina os ácidos graxos saturados presentes em maior quantidade são os mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), esteárico (C18:0)(PÉREZ et al., 2002). Dentro dessa classificação, os ácidos graxos saturados associados a elevação de colesterol plasmático (LDL- lipoproteína de baixa densidade) o C14:0 parece ser mais prejudicial que os demais, sendo o C18:0 neutro (Scollan et al., 2006). E os monoinsaturados presentes são os oleicos (C18:1) e palmitoleico (C 16:1), e os poliinsaturados o linoleico (C 18:2 ômega-6) e linolênico (C18:3 ômega-3) e araquidônico (C20:4).

Na família dos ácidos graxos poli-insaturados os ácido linolênico (C18:3n-3) e ácido linoleico (C18:2n-6) são os essenciais, pois não são produzidos pelo organismo animal e devem ser obtidos através da alimentação. Porém, vale ressaltar que o balanço na ingestão de ácidos graxos ômega-6 e ômega-3 é muito importante para a homeostasia e o desenvolvimento normal do organismo. O excesso da ingestão de omega-6 está relacionado a um aumento de risco de doenças cardíacas e inflamatórias, já a presença de omega-3 está relacionada a prevenção desses problemas. As proporções de consumo ideais são 1:1 a 2:1, não excedendo 4 (SIMOPOULOS, 2002).

O ácido araquidônico (AA) é sintetizado a partir do ácido parental da série ômega-6, o ácido linoleico e o ácido eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) são sintetizados a partir do ácido  $\alpha$ - linolênico, através das enzimas  $\Delta$ 6,  $\Delta$ 5 e  $\Delta$ 4-desaturases

(DE ALMEIDA & FRANCO, 2006). O AA pode ser encontrado em carnes vermelhas, já o EPA, DHA podem ser encontrados em maior abundância em peixes.

O ácido linoleico conjugado (CLA) é o termo que se dá para isômeros conjugados do ácido linoleico, pode ser encontrado na gordura animal e apesar de ser ácido graxo trans, diversas pesquisas apontam benefícios a saúde humana. Os que mais se destacam são os C18:2 cis-9, trans-11, que apresenta atividade anticarcinogênica e melhorador do sistema imunológico e o C18:2 trans-10, cis-12, relacionado ao metabolismo de gorduras (ALVES et al., 2012).

## 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, F. O. M. S.; CAVALCANTE, L. G.; DOUDEMONT, P. V.; CASTRO, A. M.; NASCIMENTO, A.P. Propriedades e Características da Quitosana Obtida a Partir do Exoesqueleto de Carniguejo-Uçá Utilizando Radiação de Microondas. **Polímeros**, vol 23, n. 5, p. 630-635, 2013.

ALBUQUERQUE, F. H. M. A. R. de; OLIVEIRA, L. S. Produção de Ovinos de Corte: Terminação de Cordeiros no Semiárido. **Embrapa Caprinos e Ovinos**. Brasília. 58p. 2015.

ALMEIDA, N. M. de; FRANCO, M. R. B. Influência da dieta alimentar na composição de ácidos graxos em pescado: aspectos nutricionais e benefícios à saúde humana. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 65, n. 1, p. 7–14, 2006.

ALVES, L. G. C.; FERNANDES, A. R. M.; OSÓRIO, J. C. da S.; OSÓRIO, M. T. M.; NUBIATO, K. E. Z.; CUNHA, C. M. Da; CORNÉLIO, T. Da C.; NETO, A. P. C. Composição de ácidos graxos na carne de cordeiro em confinamento. **PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 6, n. 32, 2012.

ARAÚJO, A. P. C.; VENTURELLI, B. C.; SANTOS, M. C. B.; GARDINAL, R.; CÔNSOLO, N. R. B.; CALOMENI, G. D.; FREITAS, J. E.; GANDRA, J. R.; PAIVA, P. G.; RENNÓ, F. P. Chitosan affects total nutrient digestion and ruminal fermentation in Nellore steers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 206, p. 114–118, 2015.

ARCARI, M. A.; MARTINS, C. M. M. R.; TOMAZI, T.; GONÇALVES, J. L.; SANTOS, M. V. Effect of substituting dry corn with rehydrated ensiled corn on dairy

cow milk yield and nutrient digestibility. **Animal Feed Science and Technology**, v. 221, p. 167–173, 2016.

BELANCHE, A.; RAMOS-MORALES, E.; NEWBOLD, C. J. In vitro screening of natural feed additives from crustaceans, diatoms, seaweeds and plant extracts to manipulate rumen fermentation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 9, p. 3069–3078, 2016.

COSTA SILVA, H. S. R.; SANTOS, K. S. C. R. dos; FERREIRA, E. I. Quitosana: derivados hidrossolúveis, aplicações farmacêuticas e avanços. *Química Nova*, v. 29, n.4, p. 776-785, 2006.

DEL VALLE, T. A.; PAIVA, P. G. de; JESUS, E. F. de; ALMEIDA, G. F.; ZANFERARI, F.; COSTA, A. G. B. V. B.; BUENO, I. C. S.; RENNÓ, F. P. Dietary chitosan improves nitrogen use and feed conversion in diets for mid-lactation dairy cows. **Livestock Science**, v. 201, p. 22–29, 2017.

FERRARETTO, L. F.; CRUMP, P. M.; SHAVER, R. D. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. **Journal of Animal Science** v. 96, n., p.533-550. 2013.

GANDRA, J. R.; TAKIYA, C. S.; OLIVEIRA, E. R.; PAIVA, P.G.; GOES, R. H. B.; GANDRA, E. R. S.; ARAKI, H. M. C. Nutrient digestion, microbial protein synthesis, and blood metabolites of Jersey heifers fed chitosan and whole raw soybeans. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 3, p. 130–137, 2016.

GOIRI, I.; GARCIA-RODRIGUEZ, A.; OREGUI, L. M. Effect of chitosan on mixed ruminal microorganism fermentation using the rumen simulation technique (Rusitec). **Animal Feed Science and Technology**, v. 152, n. 1–2, p. 92–102, 2009.

GOIRI, I.; INDURAIN, G.; INSAUSTI, K.; SARRIES, V.; GARCIA-RODRIGUEZ, A. Ruminal biohydrogenation of unsaturated fatty acids in vitro as affected by chitosan. **Animal Feed Science and Technology**, v. 159, n. 1–2, p. 35–40, 2010a.

GOIRI, I.; OREGUI, L. M.; GARCIA-RODRIGUEZ, A. Use of chitosans to modulate ruminal fermentation of a 50:50 forage-to-concentrate diet in sheep. **Journal of Animal Science**, 2010b.

GÓMEZ, L. M.; POSADA, S. L.; OLIVERA, M.; Starch in ruminant diets: a review. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, n. 29, p. 77-90, 2016.

HOLANDA JUNIOR, E. V.; SÁ, J. L.; ARAÚJO, G. G. L. DE. Articulação dos Segmentos da Cadeia Produtiva de Caprinos e Ovinos-Os Fluxos Alternativos de Comercialização. In: **Embrapa Semiárido**, 2003.

IBGE (2017) - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. censo Agro 2017. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>> Acessado em: 7 Dez. 2018.

KONG, M. CHEN, X. G, KING, K. PARK, H. J. Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: A state of the art review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 144, p. 51-63, 2010.

DUTTA, P. K.; DUTTA, J.; TRIPATHI, V. S. Chitin and chitosan: Chemistry, properties and applications. **Journal of Scientific & Industrial Research**, v. 63, p. 20–31, 2004.

KUMAR, M. N. V. A review of chitin and chitosan applications. **Reactive and Functional Polymers**, v. 46, p. 1–27, 2000.

MACKIE, R. I.; MCSWEENEY, C. S.; KLIEVE, A. V. Microbial Ecology of Ovine Rumen.. In: FREER, M.; DOVE, H. **Sheep Nutrition**. Canberra: CSIRO PUBLISHING/CAB PUBLISHING, p.84-86. 2002.

MINGOTI, R. D. FREITAS JR., J. E.; GANDRA, J. R.; GARDINAL, R.; CALOMENI, G. D.; BARLETTA, R. V.; VENDRAMINI, T. H. A.; PAIVA, P. G.; RENNÓ, F. P. Dose response of chitosan on nutrient digestibility, blood metabolites and lactation performance in Holstein dairy cows. **Livestock Science**, v. 187, p. 35–39, 2016.

NUENGJAMNONG, C.; ANGKANAPORN, K. Efficacy of dietary chitosan on growth performance, hematological parameters and gut function in broilers. **Italian Journal of Animal Science**, v. 17, n. 2, p. 428–435, 2018.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 275-286, 1998.

PAIVA, P. G. de; JESUS, E. F. de; DEL VALLE, T. A.; ALMEIDA, G. F. de, costa, a. G. B. V. B.; CONSENTINI, C. E. C.; ZANFERARI, F.; TAKIYA, C. S.; BUENO, I. C. da S.; RENNÓ, F. P. Effects of chitosan on ruminal fermentation, nutrient digestibility, and milk yield and composition of dairy cows. **Animal Production Science**, v. 57, n.2, p. 301, 2016.

PÉREZ, P.; MAINO, M.; TOMIC, G.; MARDONES, E.; POKNIAK, J. Carcass characteristics and meat quality of Suffolk Down suckling lambs. **Small Ruminant Research**, v. 44, p. 233–240, 2002.

REIS, W. dos; JOBIM, C. C.; MACEDO, F. de A. F.; MARTINS, E. N.; CECATO, U. SILVEIRA, A. da. Desempenho de Cordeiros Terminados em Confinamento, Consumindo Silagens de Milho de Grãos com Alta Umidade ou Grãos de Milho Hidratados em Substituição aos Grãos de Milho Seco da Dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.2, p. 596–603, 2001.

RUSSELL, J. B.; HOULIHAN, A. J. Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 27, n. 1, p. 65–74, 2003.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 55, n. 1, p. 1–6, 1989.

SCOLLAN, N. HOCQUETTE, J.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v. 74, n. 1, p. 17–33, 2006.

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

XU, Y.; SHI, B.; YAN, S.; LI, J.; LI, T.; GUO, Y.; GUO, X. Effects of chitosan supplementation on the growth performance, nutrient digestibility, and digestive enzyme activity in weaned pigs. **Czech Journal of Animal Science**, 59, n. 4, p. 156-163, 2014.

**CAPÍTULO 2**  
Artigo Científico

**EFEITO DA QUITOSANA COMO ADITIVO NO DESEMPENHO PRODUTIVO  
E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE CORDEIROS CONFINADOS  
RECEBENDO DIETA DE ALTO CONCENTRADO**

**Resumo:** Para avaliar o efeito do uso de quitosana em dieta de alto concentrado sobre o desempenho, características de carcaça e perfil lipídico do lombo de cordeiros, 24 cordeiros mestiços Suffolk x Texel com idade de  $4\pm 0,5$  meses, peso médio de  $20\pm 5$  kg foram alojados em baias individuais durante 70 dias (precedido de 16 dias de adaptação as instalações). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com base no peso. Os cordeiros foram distribuídos em dois tratamentos: 1) Controle – sem aditivo e 2) Quitosana: 136 mg/kg de PV, sendo ambos ministrados *top dress* com uma porção da mistura proteica. A dieta fornecida às 08:00h e 13:00h teve a relação volumoso: concentrado de 15:85, onde o volumoso foi feno de gramíneas de *Cynodon* spp. (15%), e o concentrado composto por silagem de grão de milho reidratado (66%), uma mistura proteica mineral (19%) constituída de grão de soja moído e mistura mineral. A QUI promoveu aumento no consumo de MS ( $P<0,05$ ) e GMD (kg/dia) ( $P<0,05$ ) peso final ( $P<0,05$ ). Maiores pesos médio ( $P<0,05$ ) e pesos metabólico médio ( $P<0,05$ ) e peso metabólico final ( $P<0,05$ ) foram observados em animais alimentados com QUI. Cordeiros suplementados com QUI tiveram maior ( $P<0,05$ ) AOL e RCQ. A espessura de gordura subcutânea e seu ganho não foram afetados pela QUI ( $P>0,05$ ). Da mesma forma que a suplementação com QUI não influenciou ( $P>0,05$ ) os parâmetros de qualidade da carne e sua composição química. Entretanto, a suplementação com QUI promoveu aumento nas quantidades dos ácidos oleico (C18:1 $\omega$ 9), linoleico (C18:2) ácido linoleico conjugado CLA (C18:2 $\omega$ 6t), araquidônico (C20:4 $\omega$ 6) e eicosapentaenoico (C20:5 $\omega$ 3) na carne de cordeiros tratados com QUI em relação aos cordeiros CON. Este estudo mostra que a alimentação com quitosana foi capaz de melhorar o desempenho produtivo e promover aumento quantidades significantes de ácidos graxos desejáveis na carne, sem alterar a qualidade da carne, podendo então ser usada como aditivo promotor de crescimento.

**Palavras-chave:** aditivos naturais, N-acetil-D-glucosamina, antimicrobianos, confinamento



## 1. INTRODUÇÃO

O confinamento é um sistema onde é possível maximizar os ganhos e acelerar o crescimento dos animais (Albuquerque & Oliveira, 2015). Para isso dietas altamente concentradas (alta quantidade de carboidratos não estruturais) são aplicadas nesse tipo de produção. Dentre os mais variados alimentos utilizados na alimentação de ruminantes, a silagem de grão de milho reidratado tem ganhado destaque nos confinamentos brasileiros por realizar o aproveitamento do grão de milho seco, que antes fora colhido e armazenado. Esse tipo de conservação torna alguns nutrientes, principalmente o amido mais disponível para aproveitamento dos animais (Arcari et al., 2016). Este tipo de silagem promove melhor ganho de peso devido sua maior digestibilidade e podem ser usadas na alimentação de cordeiros (Reis et al., 2001).

Para manter a estabilidade ruminal e evitar distúrbios metabólicos em situações onde a dieta tem alta quantidade de carboidratos de rápida fermentação, aditivos ionóforos por muito tempo tem sido uma ferramenta na nutrição de ruminantes (Russel & Strobel, 1989). No entanto, devido a restrições quanto ao uso destes como forma de prevenção visando a saúde humana, a necessidade por novos produtos naturais antimicrobianos que tenham impacto positivo similar a esses aditivos vem sendo foco de muitas pesquisas.

A quitosana, um biopolímero atóxico, biodegradável, proveniente da quitina oriunda do exoesqueleto de crustáceos (Kumar, 2000), possui características antimicrobianas (Kong et al, 2010) que são atrativas a nutrição de ruminantes (Goiri et al, 2009).

Nos últimos anos vários estudos comprovaram a ação moduladora de fermentação da quitosana, inicialmente por Goiri et al. (2009) onde encontraram aumento da proporção de propionato em estudos *in vitro* e *in vivo* na dieta de ovelhas (Goiri et al., 2010). Araújo et al., (2015) testaram a quitosana na fermentação ruminal e digestão de nutrientes e também encontraram resultados onde a razão entre as concentrações de propionato: acetato foi maior com adição de quitosana a dieta de novilhos Nelore. Como consequência da ação moduladora de fermentação, a quitosana promove maiores concentrações de glicose plasmática (Araujo et al., 2015) e aumenta a digestibilidade de nutrientes como proteína (Araujo et al, 2015; Mingoti et al., 2016; Paiva et al., 2016). Sugerindo então que a quitosana fosse usada como aditivo antimicrobiano para ruminantes, devido sua

atividade antimicrobiana (GOIRI et al., 2009; GOIRI et al., 2010a; GOIRI et al., 2010b; BELANCHE et al., 2016); .

Goiri et al, (2010) em estudos *in vitro* observaram uma inibição da biohidrogenação pela quitosana, resultando ainda em aumento de C18:1 t11 e ácido linoleico conjugado (CLA) e redução de ácidos graxos saturados. Mingoti et al., (2016) observaram redução dos ácidos graxos C6:0 e C18:6 c9 e efeito quadrático em C14:1, e não alteração de saturados e insaturados no leite de vacas em lactação alimentadas com quitosana.

A quitosana tem sido explorada mais em estudos metabólicos, sendo necessário maior entendimento do efeito desta sobre o desempenho produtivo de ruminantes. Com base no exposto, as hipóteses levantadas neste trabalho é de que se a quitosana for utilizada como aditivo na dieta de cordeiros em terminação, a suplementação com quitosana irá promover (1) maior ganho de peso e musculabilidade, (2) uma menor deposição de gordura (3) alteração no perfil de ácidos graxos da carne dos cordeiros.

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar a suplementação de quitosana sobre o desempenho, características de carcaça, qualidade da carne e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros confinados recebendo dietas com alta proporção de concentrado.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### *2.1 Animais, tratamentos e dieta*

O experimento foi desenvolvido no confinamento experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – Mato Grosso do Sul. Foram utilizados 24 cordeiros mestiços Suffolk x Texel, sendo 12 fêmeas e 12 machos inteiros, com idade de  $4 \pm 0,5$  meses, peso médio de  $20 \pm 5$  kg. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, onde os animais foram distribuídos aleatoriamente em 4 blocos por peso. Os cordeiros foram alojados em baias individuais de 1,5 m<sup>2</sup> com acesso a bebedouro e comedouro. Para melhor conforto dos animais, foi utilizado maravalha como cama.

Os tratamentos avaliados foram: 1) Controle – dieta sem aditivo e 2) Quitosana: 137 mg/ kg de PV (obtida da Polymar®, com  $\geq 850$ g / kg de grau de desacetilação, Fortaleza - Ceará, Brasil), sendo ambos tratamentos ministrados *top dress*, para garantir o consumo, com uma porção de mistura proteica (soja triturado e mineral) antes da primeira alimentação. A relação volumoso: concentrado foi de 15:85, e a composição da

dieta está apresentada na tabela 1. A dieta foi formulada conforme o NRC (2007) objetivando ganho de 0,200 kg/d.

**Tabela 1.** Composição e valor nutricional (na base da MS) da dieta fornecida aos cordeiros.

<b>Ingredientes</b>	<b>Composição (g/kg)</b>
Feno de <i>Cynodon</i> spp.	150
Silagem de grão de milho reidratado	660
Grão de soja triturado	150
Mistura Mineral <sup>1</sup>	40
<b>Nutrientes</b>	
Matéria Seca	620,9
Matéria Orgânica	920
Proteína Bruta	12,50
Extrato Etéreo	4,63
Matéria Mineral	80
Amido	440
Fibra em Detergente Neutro	232
Fibra em Detergente Ácido	127
Carboidratos não fibrosos	491
Nutrientes Digestíveis Totais <sup>2</sup>	776
Energia Metabolizável (Mcal/kg) <sup>2</sup>	2.81

<sup>1</sup>Composição mineral por kg: 111 g Ca, 72.0 g P, 174 g Na, 11.9 g S, 9.00 g Mg, 7200 mg Zn, 1500 mg Mn, 720 mg F, 75 mg I, 50 g Co, 13.5 mg Se e 4.42 mg I.. <sup>2</sup>Estimado de acordo com NRC (2007).

**Tabela 2.** Composição bromatológica dos ingredientes (percentagem na base da matéria seca)

<b>Nutrientes (%)</b>	Feno	Silagem de grão de milho reidratado	Mistura proteico mineral <sup>1</sup>
Matéria Seca	85,02	55,17	88,15
Proteína Bruta	7,97	10,15	24,27
Extrato Etéreo	0,90	4,47	8,13
Matéria Mineral	8,03	4,19	33,41
Fibra em Detergente Neutro	63,60	11,70	19,51
Fibra em Detergente Ácido	29,98	4,67	12,98
Carboidratos Não Fibrosos**	19,50	69,49	14,68

<sup>1</sup>Mistura proteica mineral: composta por grão de soja triturado e mistura mineral mineral. \*\*Os carboidratos não fibrosos foram obtidos a partir da equação apresentada por Sniffen et al. (1992): CNF:  $100 - (\%PB + \%EE + \%MM + \%FDN)$ .

Para determinação de MS, MM, PB, EE foi utilizada metodologia descrita por AOAC (2000) Tabela 2. A fibra em detergente neutro e ácida foi avaliada pelo determinador de fibra (Determinador de Fibra TE – 149®, - Tecnal, Piracicaba, Brasil) conforme Undersander et al. (1993) com sulfito.

A alimentação foi fornecida em dois horários, às 8:00h (60% da dieta) e às 13:00h (40% da dieta). Os alimentos foram homogeneizados antes do fornecimento aos animais, em tentativa de redução de seletividade. O consumo foi ajustado diariamente permitindo sobras entre 10 a 15%, permitindo consumo *ad libitum*.

Na confecção da silagem de grão de milho reidratado, o milho (grão) foi moído e hidratado com água (110L de água para cada 220kg de milho) objetivando umidade de 35%. Durante a homogeneização a silagem recebeu inoculação microbiana e enzima amilolítica para garantir o processo fermentativo. Os silos (tambores de polietileno de alta densidade com capacidade de 200L) foram vedados com lona dupla face e selados com silver tape. A mistura protéica e o feno também foram produzidos na universidade.

## 2.2 Consumo e Desempenho Produtivo

Os animais passaram por um período de adaptação de 16 dias precedentes ao período experimental (70 dias) com períodos de 14 dias, totalizando 86 dias. Os cordeiros foram identificados com brincos e vermifugados logo na recepção. O controle parasitário foi feito conforme resultado da contagem de ovos por grama de fezes (OPG).

Diariamente foram realizadas controle do consumo e sobras através da pesagem. Para determinar o ganho do peso os animais foram pesados individualmente com 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias de experimento. A partir dos dados coletados foram determinados o consumo, peso vivo (PV) (inicial, médio e final), ganho de peso médio diário (GMD), eficiência alimentar (EA), conversão alimentar (CA) e pesos metabólicos (PM).

Amostra de fezes para a avaliação da digestibilidade do amido foram colhidas diretamente da ampola retal, quatro horas após a primeira alimentação durante cinco dias de cada período e feito “pool” das amostras. O teor de amido foi determinado por degradação enzimática (Amyloglucosidase® AMG 300 L, Novozymes, Basal, Sweden)

e a concentração de glicose avaliada em espectrofotômetro (SBA 200, CELM®) descrito por Hendrix (1993).

### *2.3 Comportamento ingestivo*

As avaliações do comportamento ingestivo foram obtidos de acordo com Bürger et al., (2000). O tempo despendido em atividades que variam de alimentação ao ócio, foi mensurado a cada 14 dias no 12º dia de cada período experimental, utilizando-se fichas etológicas com observação individual a cada 10 minutos, de 8:00 às 22:00 h. Os parâmetros comportamentais observados foram: ruminando em pé, ruminando deitado, ócio em pé, ócio deitado, interagindo, dormindo, ingerindo alimento. A avaliação foi feita por dois avaliadores, cada um responsável pela observação de 12 animais.

### *2.4 Medidas ultrassonográficas*

Para a obtenção das medidas ultrassonográficas, os cordeiros foram imobilizados manualmente. Os animais foram tosquiados na área de mensuração na altura de 1mm do pelame, entre a 12º e 13º costela. As avaliações ocorreram a cada 14 dias, com início às 6:30 da manhã. As imagens ultrassonográficas foram feitas em tempo real por um Scanner, equipado com transdutor, onde foi utilizado óleo de soja na área almejada para melhor resolução das imagens. Medidas de área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea foram obtidas através da leitura das imagens com auxílio do ImageJ software.

### *2.5 Avaliação da carcaça e qualidade da carne*

Todos os animais foram pesados e abatidos de acordo com a normativa de abate humanitário de animais (BRASIL, 2000), após 12 horas de jejum sólido, ao final de 70 dias. A insensibilização se deu pelo método elétrico eletronarcose e o abate por meio de sangria (secção das veias jugulares e artéria carótidas) no Laboratório de Carnes da UFGD. As carcaças foram pesadas após a esfolagem e evisceração (mantendo-se a gordura perirrenal e rins) para obtenção do peso de carcaça quente. As carcaças foram levadas a câmara fria a 4°C por 24 horas, o pH foi mensurado com peagâmetro digital Testo modelo 205 antes e depois do resfriamento. Após o período de post-mortem, as carcaças foram pesadas novamente obtendo-se o peso da carcaça fria. Só então divididas ao meio longitudinalmente, separando-se a meia carcaça esquerda para mensurações e a meia

carcaça direita para realização dos cortes comerciais segundo metodologia Cañeque Martínez et al., (1989) para posterior análises de qualidade da carne.

O músculo *longissimus thoracis* foi separado para análise instrumental (perda por cocção, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, pH e cor). Para a determinação da cor foi utilizado colorímetro Konika Minolta CR-400, calibrado, seguindo a metodologia descrita por Houben et al., (2000) a luminosidade ( $L^*$ ), intensidade da cor vermelha ( $a^*$ ) e intensidade da cor amarela ( $b^*$ ), Minolta, (1998).

O músculo *longissimus lumborum* foi separado, pré-seco em estufa de ventilação forçada por 72h a 65°C, e moído em processador de alimentos, para análises de composição química centesimal (umidade, proteína, gordura e cinzas) de acordo com as normas da AOAC (1990).

## 2.6 Perfil de ácidos graxos do lombo

Amostras do *longissimus dorsi* foram liofilizadas por 72 horas, moídas em processador de alimentos, pesadas a 1,5g e armazenadas em tubo de polipropileno e envoltas por papel alumínio, a fim de evitar oxidação lipídica pela luz durante o período que foram mantidos no freezer (-18° C) até o dia da extração. A extração dos lipídeos foi feita pelo método de Bligh & Yer (1959) com clorofórmio metanol.

A determinação dos ácidos graxos foi realizada por cromatografia gasosa conforme a metodologia descrita por Fernandes et al. (2009). Foi utilizado cromatógrafo a gás, equipado com coluna capilar de sílica fundida de 100 m de comprimento, diâmetro de 0,25 mm e 0,2µm de espessura do filme acoplado a um detector de ionização de chama (FID). A temperatura do forno foi programada para 43 iniciar em 100° C e foi mantida assim por 1 minuto, quando foi elevada a 170°C a 6,5°C/minuto. Posteriormente, outra elevação de 170 a 215°C foi realizada a 2,75°C/minuto e a temperatura foi mantida por 30 minutos. Finalmente, uma última elevação foi realizada de 215 para 230°C a 40°C/minuto. As temperaturas do injetor e detector foram de 270 e 280°C, respectivamente. As amostras de 0,5 µL foram injetadas em modo “split”, utilizando-se nitrogênio como gás carreador a uma velocidade de arraste de 1 mL/min. A identificação dos ácidos graxos foi feita por comparação com os tempos de retenção e as concentrações dos ácidos graxos de padrões autênticos, metilados e eluídos nas mesmas condições das amostras.

A partir da identificação do perfil dos ácidos graxos foi calculado o total de ácidos graxos saturados, ácidos graxos insaturados, ácidos graxos monoinsaturados, ácidos graxos poliinsaturados e definidas as relações INS:SAT, Ômega-3/Ômega-6. Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) foram calculados a partir da equação segundo Ulbricht e Southgate, (1991):  $(IA) = [(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)] / (\Sigma MUFA + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3)$  e  $(IT) = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0.5 \times \Sigma MUFA) + (0.5 \times \Sigma \omega 6 + (3 \times \Sigma \omega 3) + (\Sigma \omega 3 / \Sigma \omega 6))]$ . Para as proporções de ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos foram determinadas conforme Santos-Silva et al.(2002).

### 2.7 Análises Estatísticas

Todos os dados obtidos foram submetidos ao SAS (Version 9.3, SAS Institute, Cary, NC), verificando a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias pelo PROC UNIVARIATE. Os dados submetidas a análise de variância (ANOVA) adotando-se nível de significância de 5%.

Para a análise de consumo e desempenho produtivo, digestibilidade do amido e comportamento ingestivo, os dados foram analisados com medidas repetidas no tempo pelo PROC MIXED de acordo com o seguinte modelo:

$$Y = \mu + A_i + S_j + B_l + D_m + T_n + D_i * T_n + e_{ijklmn}$$

Onde: Y = variável dependente,  $\mu$  = média geral,  $A_i$  = efeito de animal (j = 1 a 24),  $S_j$  = efeito do sexo (y = F ou M),  $B_l$  = efeito do bloco,  $D_m$  = efeito da quitosana,  $T_n$  = efeito do tempo,  $D_i * T_n$  = efeito da interação e  $e_{ijklmn}$  = erro.

Os dados de características de carcaça, medidas ultrassonográficas qualidade e composição química de carne, perfil e composição de ácidos graxos da carne foram analisados pelo PROC MIXED de acordo com o seguinte modelo:

$$Y = \mu + A_i + S_j + B_l + D_m + T_n + e_{ijlm}$$

Onde: Y = variável dependente,  $\mu$  = média geral,  $A_i$  = efeito de animal (j = 1 a 24),  $S_j$  = efeito do sexo (y = F ou M),  $B_l$  = efeito do bloco,  $D_m$  = efeito da quitosana, e  $e_{ijlm}$  = erro.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Consumo e Desempenho Produtivo

A quitosana aumentou ( $P \leq 0,032$ ) o peso médio e o peso final dos animais (Tabela 3). Ademais, os animais tratados com quitosana apresentaram maior ( $P \leq 0,043$ ) consumo de matéria seca e ganho médio diário do que os animais do tratamento controle. No entanto, houve interação ( $P \leq 0,008$ ) entre os efeitos de tratamento e tempo sobre a digestibilidade do amido, o ganho médio diário, conversão e eficiência alimentar.

A adição de quitosana na dieta aumentou ( $P \leq 0,05$ ) a digestibilidade do amido nas avaliações realizadas aos 14 e 28 dias de avaliação, reduziu ( $P \leq 0,05$ ) aos 56 dias e não afetou ( $P > 0,05$ ) nas demais avaliações (Figura 1).

Houve efeito do tempo no peso metabólico médio ( $P < 0,05$ ).

Maiores valores de peso metabólico médio (12,25 kg), ganho de peso metabólico diário (73,88 g/dia) e peso metabólico final (13,85 kg) foram encontrados em animais alimentados com QUI ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Efeito da suplementação com quitosana no desempenho de cordeiros confinados recebendo dieta a base de alto concentrado.

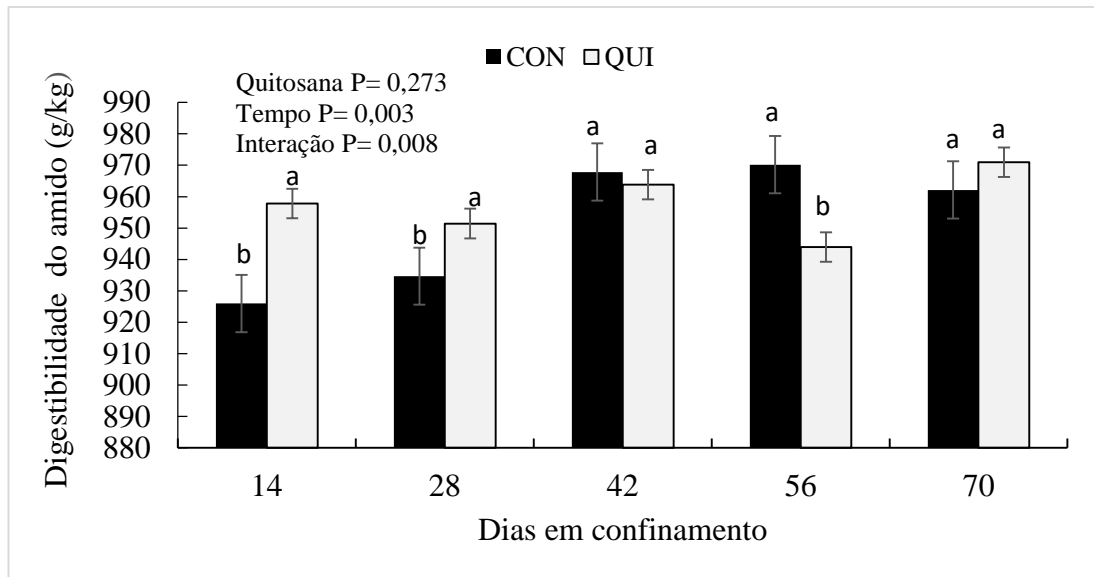
Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>		EPM <sup>2</sup>	Valor de P <sup>3</sup>		
	CON	QUI		Quitosana	Tempo	Interação
Peso Inicial (kg)	21,55	21,78	0,67	0,488	-	-
Peso médio (kg)	26,95	28,23	0,48	0,011	<,0001	0,847
Peso Final (kg)	32,11	33,18	1,11	0,032	-	-
Consumo de matéria seca (kg/dia)	0,762	0,888	0,01	<,0001	<,0001	0,910
Digestibilidade do amido (g/kg)	952,15	957,60	0,28	0,273	0,003	0,008
Ganho médio diário (kg/dia)	0,161	0,183	0,01	0,043	0,005	0,008
Conversão alimentar	4,72	4,80	0,35	0,139	0,019	0,004
Eficiência alimentar	0,211	0,206	0,01	0,386	0,005	0,007
Peso metabólico inicial (kg)	9,93	10,32	0,24	0,321	-	-
Peso metabólico médio (kg)	11,71	12,25	0,15	0,007	<,0001	0,742
Peso metabólico final (kg)	13,33	13,85	0,35	0,043	-	-

<sup>1</sup>Tratamentos: CON – controle, dieta sem aditivo; QUI – adição de quitosana 137 mg/ kg de PV; <sup>2</sup>EPM (erro padrão da média); <sup>3</sup> Efeito de quitosana, tempo de confinamento e interação entre os mesmos a nível de 5% de significância.

A digestibilidade do amido não sofreu efeito de tratamento ( $P=0,273$ ) (Tabela 3). No entanto foi observado efeito de tempo ( $P < 0,05$ ) e interação ( $P < 0,05$ ) onde a inclusão



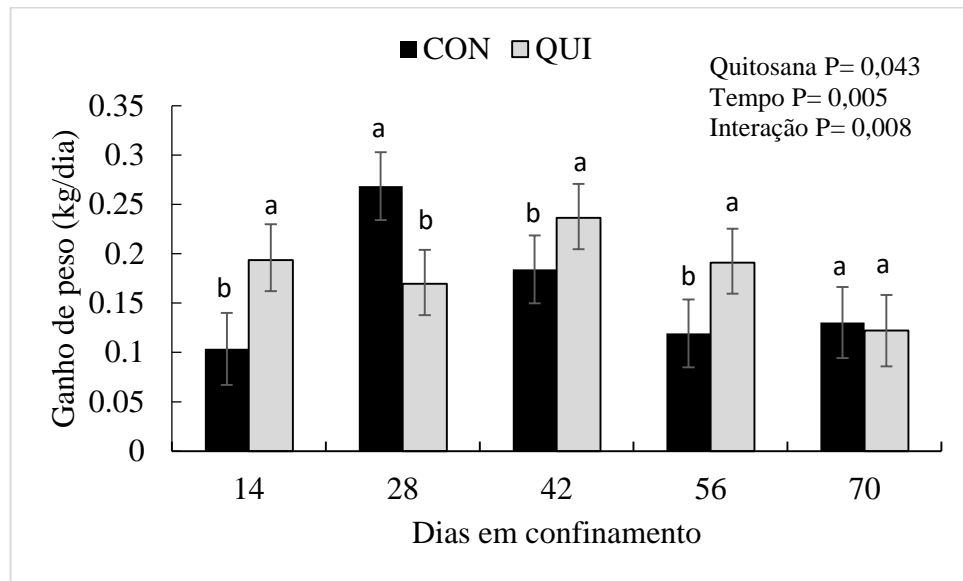
de QUI na dieta promoveu maior digestibilidade do amido no início do experimento (14 e 28 dias).



**Figura 1.** Efeito da quitosana na digestibilidade do amido (g/kg) durante o período de confinamento

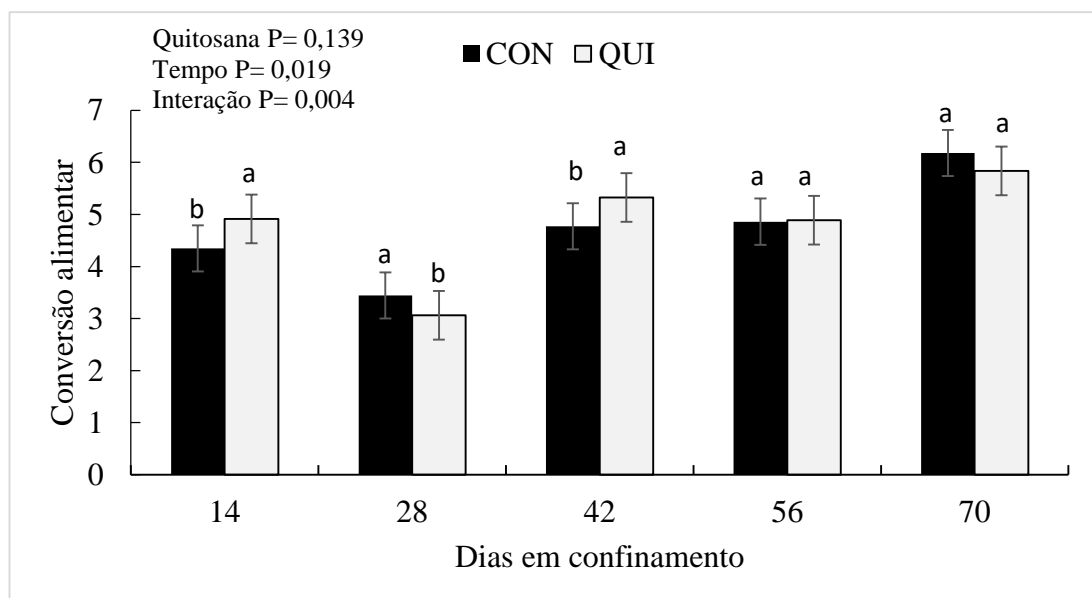
Diferentemente, aos 56 dias a suplementação com QUI promoveu uma queda na digestibilidade do amido (Figura 1). Os animais tiveram digestibilidade do amido semelhante no meio e final do período experimental (42 e 70 dias). Diferentemente, aos 56 dias a suplementação com QUI promoveu uma queda na digestibilidade do amido (Figura 1). Os animais tiveram digestibilidade do amido semelhante aos 42 e 70 dias no período experimental.

A adição de quitosana aumentou ( $P \leq 0,05$ ) o ganho de peso calculado em todas avaliações, embora tenha reduzido o ganho observado entre 14 e 28 dias de avaliação (Figura 2).



**Figura 2.** Efeito da quitosana no ganho de peso (kg/dia) de cordeiros durante o período de confinamento

Na figura 3 os dados de conversão alimentar são apresentados graficamente, onde pode-se notar que os animais alimentados com QUI tiveram maior conversão alimentar com 14 e 42 dias de confinamento, apresentando ainda menor conversão alimentar aos 28 dias. Não foi observado diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos na conversão alimentar no final do período de confinamento (56 e 70 dias).



**Figura 3.** Efeito da quitosana na conversão alimentar durante o período de confinamento

### 3.2 Comportamento ingestivo

Em geral, a adição de quitosana não afetou ( $P \geq 0,107$ ) o comportamento ingestivo dos animais (Tabela 4). No entanto, houve interação ( $P \leq 0,049$ ) entre os efeitos de quitosana e tempo sobre os tempos de ruminação, mastigação e ócio.

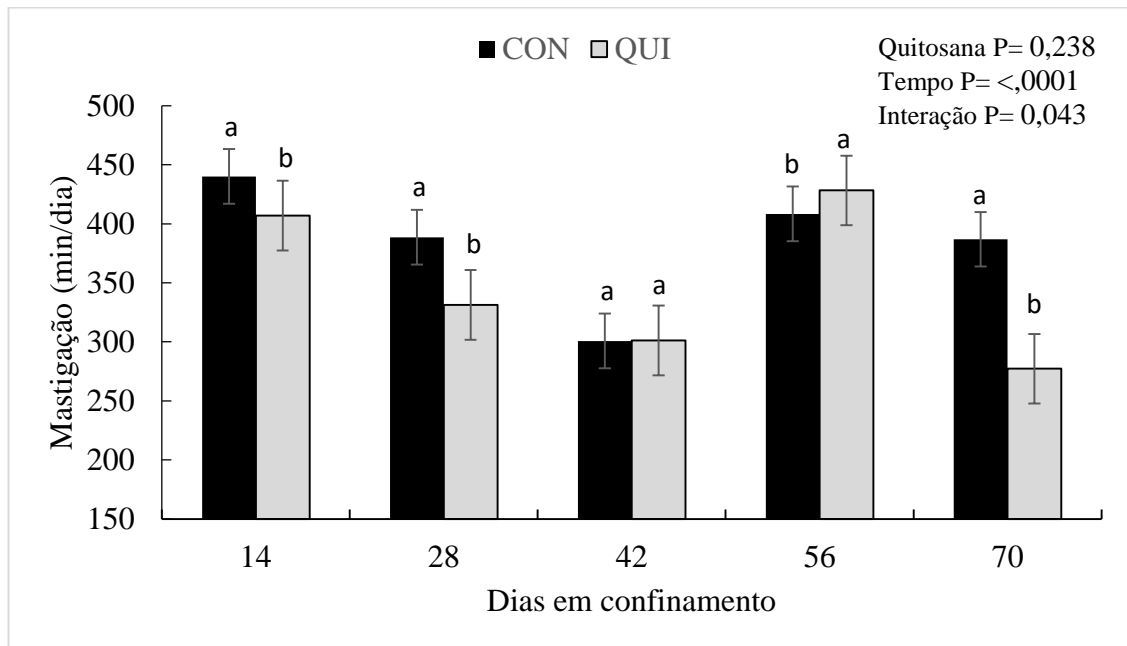
**Tabela 4.** Efeito da quitosana no comportamento ingestivo de cordeiros

Itens	Tratamentos <sup>1</sup>		EPM <sup>2</sup>	Valor de P <sup>3</sup>		
	CON	QUI		QUI	Tempo	Interação
Alimentando (min/dia)	181,62	166,46	6,06	0,380	0,024	0,458
Mastigando (min/dia)	384,92	348,96	10,45	0,238	<,0001	0,043
Ruminando (min/dia)	203,30	182,50	8,01	0,286	<,0001	0,049
Ruminando em pé (min/dia)	19,20	18,84	1,93	0,579	0,579	0,958
Ruminando deitado (min/dia)	184,10	163,65	8,00	0,313	<,0001	0,023
Ócio (min/dia)	566,78	603,44	16,34	0,441	<,0001	0,002
Ócio em pé (min/dia)	138,97	130,07	6,97	0,553	<,0001	0,009
Ócio deitado (min/dia)	427,80	473,37	16,26	0,337	<,0001	0,016
Dormindo (min/dia)	166,60	130,68	8,02	0,107	0,002	0,617
Interagindo (min/dia)	214,70	216,49	11,48	0,947	0,010	0,747
Outros (min/dia)	107,00	140,43	6,70	0,543	0,721	0,432

<sup>1</sup>Tratamentos: CON – controle, dieta sem aditivo; QUI – adição de quitosana 137 mg/ kg de PV; <sup>2</sup>EPM (erro padrão da média); <sup>3</sup> Efeito de quitosana, tempo de confinamento e interação entre os mesmos a nível de 5% de significância. QUI – Quitosana.

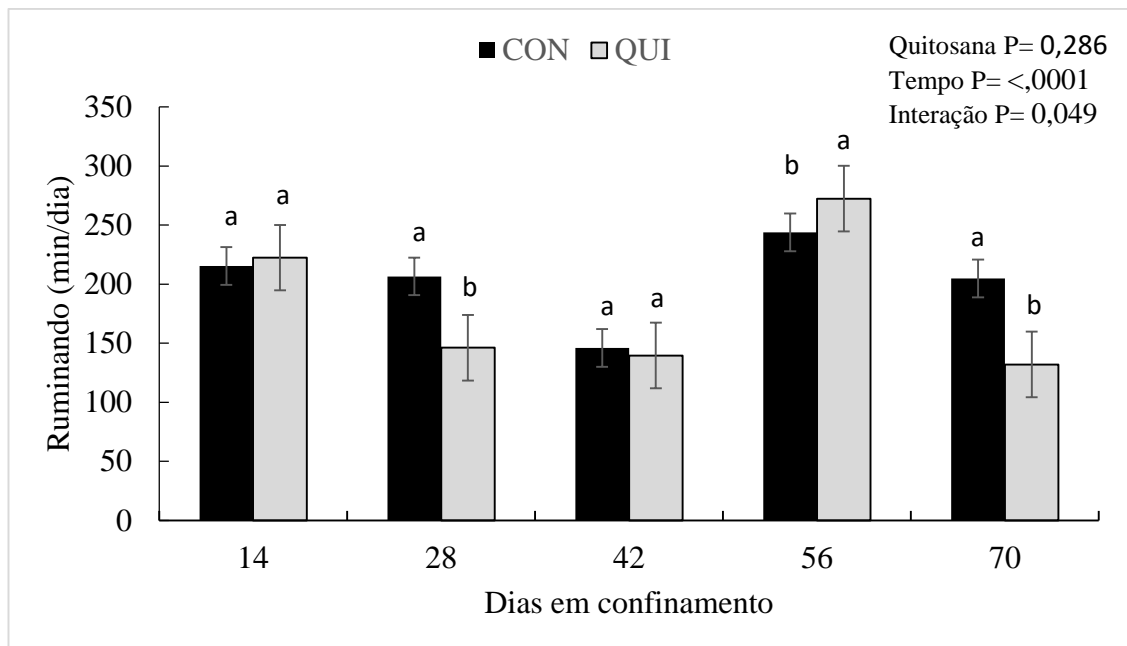
Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre o tempo de confinamento e os tratamentos nos comportamentos de mastigação, ruminação, ruminação deitado, ócio, ócio em pé e ócio deitado (Tabela 4).

Os animais que receberam a dieta CON até os 28 dias e aos 70 dias confinados despenderam mais tempo em mastigação do que os que receberam QUI (Figura 4). Com 42 dias de confinamento não houve efeito dos tratamentos no tempo despendido com mastigação.



**Figura 4.** Comportamento de mastigação (min/dia) dos cordeiros de acordo com o período experimental (dias)

O tempo despendido em mastigação (Figura 4) teve comportamento semelhante a ruminação (Figura 5), com exceção do 14 dias de confinamento, onde não houve diferença entre os tratamentos.



**Figura 5.** Comportamento de ruminação (min/dia) em função do período experimental (dias)

### 3.3 Características da carcaça e qualidade da carne

As características de carcaça como peso de carcaça quente, peso de carcaça fria, pH inicial e final e temperatura não foram influenciados pela quitosana ( $P>0,05$ ).

A QUI não influenciou na espessura de gordura de cobertura ( $P=0,804$ ) e nem no ganho de gordura ( $P=0,360$ ). O peso do fígado também não foi influenciado pelos tratamentos ( $P=0,854$ ).

**Tabela 5.** Efeito da quitosana nas características de carcaça e medidas ultrassonográficas de cordeiros.

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>		EPM <sup>2</sup>	Valor de P <sup>3</sup>
	CON	QUI		
Carcaça quente (kg)	15,46	15,75	0,67	0,548
Carcaça fria (kg)	15,01	15,30	0,48	0,809
RCQ (%)	46,48	47,55	1,09	0,038
RCF (%)	42,51	41,66	1,11	0,677
pH inicial	6,75	6,70	0,01	0,462
pH final	5,71	5,72	0,01	0,704
Temperatura (°C)	5,64	5,62	0,35	0,804
Fígado (kg)	0,526	0,538	0,24	0,854
Área de olho de lombo (cm <sup>2</sup> )	12,53	13,91	0,15	0,042
Espessura de gordura subcutânea (mm)	4,42	4,35	0,35	0,804
Espessura de gordura ganho (mm)	3,12	2,81	0,01	0,360

<sup>1</sup>Tratamentos: CON – controle, dieta sem aditivo; QUI – adição de quitosana 137 mg/ kg de PV; <sup>2</sup>EPM (erro padrão da média); <sup>3</sup>Efeito de quitosana ao nível de 5% de significância. RCQ – Rendimento de carcaça quente. RCF – Rendimento de carcaça fria.

Houve diferença ( $P<0,05$ ) para o RCQ (%) entre os tratamentos, onde o maior rendimento de carcaça quente foram das carcaças dos cordeiros alimentados com quitosana (RCQ = 47,55%) representando 2,30% a mais de rendimento comparados aos cordeiros alimentados com dieta controle.

Cordeiros suplementados com quitosana tiveram uma AOL 10,93% maior ( $P<0,05$ ) que animais alimentados com dieta controle.

A suplementação com quitosana não afetou ( $P\geq 0,05$ ) os parâmetros centesimais da carne (tabela 5), capacidade de retenção de água, perdas por cocção, força de cisalhamento e colorações L\* (luminosidade), a\* (vermelho) e b\* (amarelo).

Não houve efeito da suplementação com quitosana na composição química da carne (UM, PB, EE e CZ) ( $P\geq 0,05$ ), os valores podem ser observados na tabela 6.

**Tabela 6.** Efeito da suplementação de quitosana na qualidade da carne de cordeiros

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>	EPM <sup>2</sup>	Valor de P <sup>3</sup>
-----------	--------------------------	------------------	-------------------------

	CON	QUI		
Capacidade de retenção de água (g/kg)	818,8	826,4	0,71	0,606
Perdas por cocção (g/kg)	367,4	353,1	0,81	0,397
Força de cisalhamento	1,76	2,03	0,10	0,225
L*	32,21	32,08	0,39	0,881
a*	13,34	12,98	0,22	0,440
b*	5,34	4,91	0,11	0,063
pH	5,47	5,49	0,35	0,556
Composição química (g/kg)				
Umidade	730,9	734,4	0,20	0,411
Proteína bruta	757,1	772,8	0,50	0,119
Extrato etéreo	14,33	15,24	0,63	0,481
Cinzas	8,06	7,08	0,41	0,243

<sup>1</sup>Tratamentos: CON – controle, dieta sem aditivo; QUI – adição de quitosana 137 mg/ kg de PV; <sup>2</sup>EPM (erro padrão da média); <sup>3</sup>Efeito de quitosana ao nível de 5% de significância.

### 3.4 Perfil de ácidos graxos da carne

Os ácidos graxos poliinsaturados foram encontrados em maior quantidade pelos animais que receberam quitosana, se destacando os ácidos araquidônico (C20:4 $\omega$ 6) (0,223), eicosapentaenoico (C20:5 $\omega$ 3) (0,142), linoleico (C 18:2) (3,72) e ácido linoleico conjugado CLA (C18:2 $\omega$ 6t) (P $\leq$ 0,05) (tabela 7).

Não houve diferenças significativas (P>0,05) no perfil de ácidos graxos saturados entre os tratamentos. Os níveis de ácido oleico (C18:1 $\omega$ 9) foram superiores (P<0,05) na carne de animais que receberam quitosana quando comparadas com tratamento controle (tabela 7).

**Tabela 7.** Perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com quitosana em dietas de alto concentrado

Ácidos graxos (g/100g)	Cadeia	Tratamentos <sup>1</sup>		EPM <sup>2</sup>	Valor de P <sup>3</sup>
		CON	QUI		
<i>Saturados (AGS)</i>					
Cáprico	C10:0	0,108	0,106	0,001	0,801
Láurico	C12:0	0,107	0,104	0,001	0,145
Mirístico	C14:0	1,448	1,480	0,002	0,160
Pentadecílico	C15:0	0,193	0,192	0,003	0,730
Palmítico	C16:0	25,33	25,36	0,040	0,768
Margárico	C17:0	0,440	0,437	0,020	0,760
Esteárico	C18:0	18,38	18,29	0,050	0,409
Araquídico	C20:0	0,109	0,110	0,004	0,972
Eicosanóico	C20:1	0,103	0,102	0,001	0,574

*Monoinsaturados (AGM)*

Palmitoleico	C16:1	1,575	1,573	0,001	0,907
Oleico	C18:1 $\omega$ 9	44,02	45,37	0,010	0,033
Erucico	C 22:1	0,927	0,862	0,010	0,066

*Poliinsaturados (AGP)*

Linoleico	C18:2	3,55	3,76	0,002	0,048
Linoleico conjugado (CLA)	C18:2 $\omega$ 6t	0,420	0,438	0,005	0,032
Linolênico	C18:3	0,172	0,174	0,001	0,706
Eicosadienóico	C20:2 $\omega$ 6	0,104	0,103	0,001	0,572
Eicosatrienóico	C20:3 $\omega$ 3	1,536	1,485	0,020	0,204
Dihomo- $\gamma$ -linolênico	C20:3 $\omega$ 6	0,104	0,105	0,001	0,862
Araquidônico (AA)	C20:4 $\omega$ 6	0,192	0,223	0,003	0,039
Eicosapentaenoico (EPA)	C20:5 $\omega$ 3	0,106	0,142	0,002	0,012

<sup>1</sup>Tratamentos: CON – controle, dieta sem aditivo; QUI – adição de quitosana 137 mg/ kg de PV; <sup>2</sup>EPM (erro padrão da média); <sup>3</sup>Efeito de quitosana ao nível de 5% de significância

A quitosana não influenciou ( $P>0,05$ ) na proporção de ácidos graxos, e razão entre ácidos graxos insaturados: saturados, ácidos graxos ômega 3: ômega 6, hipercolesterolêmicos e hipocolesterolêmicos e nem os índices de trombogenicidade e aterogenicidade no músculo *longissimus dorsi* de cordeiros confinados recebendo dietas de alto concentrado (tabela 8).

**Tabela 8.** Composição de ácidos graxos do *longissimus dorsi* (g/100g) de cordeiros suplementados com quitosana em dieta de alto concentrado

Ácidos graxos (g/100g)	Tratamentos <sup>1</sup>		EPM <sup>2</sup>	Valor de P <sup>3</sup>
	CON	QUI		
$\Sigma$ saturados	46,12	46,09	0,048	0,741
$\Sigma$ insaturados	53,87	53,90	0,047	0,741
$\Sigma$ monoinsaturados	47,67	47,77	0,054	0,402
$\Sigma$ poliinsaturados	6,19	6,12	0,020	0,281
Ômega-3	1,81	1,76	0,030	0,204
Ômega-6	3,66	3,63	0,010	0,434
INS/SAT	1,16	1,16	0,020	0,742
Omega-3/Omega-6	2,02	2,06	0,001	0,311
C16:/C16:1	16,08	16,13	0,001	0,793
C18:0/C18:1	0,41	0,42	0,001	0,531
Hipercolesterolêmicos	26,99	27,05	0,044	0,544
Hipocolesterolêmicos	53,87	53,90	0,048	0,741
Hiper/Hipo	0,501	0,504	0,004	0,741
Índice de Trombogenicidade	1,23	1,24	0,003	0,371
Índice de Aterogenicidade	6,13	6,05	0,020	0,207

<sup>1</sup>Tratamentos: CON – controle, dieta sem aditivo; QUI – adição de quitosana 137 mg/ kg de PV; <sup>2</sup>EPM (erro padrão da média); <sup>3</sup> Efeito de quitosana ao nível de 5% de significância.

#### 4. DISCUSSÃO

Tendo em vista os maiores ganhos de peso durante as primeiras semanas do confinamento, em ambos tratamentos assume-se que os cordeiros tenham atingido o potencial máximo de crescimento antes do período pré-definido para abate (70 dias). A dieta fornecida aos animais durante o experimento foi de alta proporção de carboidratos de rápida fermentação, sendo que a silagem de grão de milho reidratado promove aumento na digestibilidade do amido (Arcari et al., 2016) o que pode ter potencializado o ganho de peso dos animais antes do fim do experimento.

Quando os animais alimentados com QUI tiveram maiores ganhos de peso (Figura 2) foi quando no mesmo período (Figura 3) houve maior conversão alimentar. Aos 28 dias de confinamento os animais que receberam QUI tiveram baixo ganho de peso diário em relação ao controle provavelmente devido a conversão alimentar que foi menor. Os animais tiveram a mesma conversão alimentar após os 56 dias de confinamento, podendo-se observar que nesse período foram necessários maior ingestão de alimento para menor ganho de peso, esse fato está relacionado com a maturidade dos animais, onde os ganhos máximos foram atingidos anteriormente e o potencial de crescimento já havia sido atingido.

Animais que receberam QUI apresentaram 13,83% a mais de ganho de peso diário ( $P < 0,043$ ) e conseqüentemente maior peso final ( $P < 0,032$ ) em comparação ao tratamento CON. Este resultado pode estar relacionado com a quantidade de matéria seca ingerida por esses animais durante o confinamento. No entanto, os dados de consumo de MS neste estudo é contraditório aos encontrados na literatura. Gandra et al., (2016) reportou que a quitosana reduziu o consumo de MS com uma maior digestibilidade da MS no trato digestório, já Goiri et al., (2010b) e Paiva et al., (2016) não encontraram efeito da quitosana no consumo de MS. É necessário levar em consideração a composição da dieta fornecida e a espécie animal, que eram diferentes.

Na avaliação da área de olho-de-lombo (AOL) na Tabela 3, indicador de musculosidade, a melhor resposta para uma esta medida foi encontrada em animais que alimentados com QUI e pode estar relacionado a capacidade moduladora de fermentação da quitosana onde favorece aumento nos teores de propionato no rúmen, que por sua vez é o principal precursor da glicose que será disponibilizada para uso nas rotas metabólicas. Outro fator a ser considerado é a capacidade da quitosana aumentar a digestibilidade da



proteína (Araújo et al., 2015; Vendramini et al., 2016; Mingoti et al., 2016; Paiva et al., 2016; Del valle et al., 2017), sugerindo maior disponibilidade desta para absorção. Assim, fica claro que a quitosana devido sua capacidade de atuação na fermentação ruminal e também por aumentar a eficiência no uso da proteína, foi capaz de promover maior deposição de carne (AOL), com maior peso final (tabela 3) resultando em maior rendimento de carcaça quente (RCQ) (tabela 5).

Um dos resultados esperados era que a quitosana alterasse o metabolismo dos lipídios e biohidrogenação ruminal (Goiri et al., 2010a), assim interferindo no perfil de ácidos graxos da carne. Com os resultados não se pode afirmar que isto tenha ocorrido pois o efeito encontrado foram pequenos.

Vários são os benefícios do ácido linoleico conjugado (CLA) na alimentação humana, talvez esse seja o ácido graxo trans de maior importância encontrado na carne de ruminantes. A alimentação com quitosana sendo capaz de aumentar a quantidade desse ácido graxo (C18:2 $\omega$ 6t) em 4,28% e demais ácidos graxos como o oleico (C18:1 $\omega$ 9) 3,06% (tabela 7) poderia ser associada a promoção de uma carne mais saudável e saborosa.

Uma alta na quantidade de ácido linoleico (ômega 6) este ácido graxo essencial é desejável quando também há uma boa quantidade de ômega 3. Mesmo a quitosana aumentando em 5,91% a quantidade do ácido linoleico C18:2 (P=0,048) na carne, a relação ômega-3/ômega-6 não foram alteradas (P=0,311).

A carne dos animais que receberam QUI apresentou 16,14% mais ácido araquidônico (AA) em sua composição quando comparada ao controle.

O ácido eicosapentaenoico (EPA) foi o que sofreu maior influência da QUI (P<0,05) com relação ao controle, apresentando 33,96% de aumento. Considerando a importância desse ácido graxo poliinsaturado na saúde humana (redução de riscos doenças cardiovasculares) (Trikalinos et al., 2012) esse resultado por ser expressivo deve ser destacado.

Como não houve interferência nas quantidades totais de ácidos graxos saturados, poliinsaturados, ômega 3 e ômega 6, os índices citados anteriormente não foram afetados pelos tratamentos. Os índices de trombogenicidade e aterogenicidade está relacionado com riscos de doenças cardiovasculares (Ulbricht & Southgate, 1991).

## 5. CONCLUSÃO

A adição de quitosana como aditivo na alimentação de cordeiros confinados com alta dietas de alta proporção de grãos aumenta o desempenho produtivo e não afeta a composição química da carne.

## 6. AGRADECIMENTOS

À CAPES e FUNDECT pela concessão de bolsa de pós-graduação para a realização deste estudo.

## 7. REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. Official methods of analysis of the Association of official Analytical chemists. 15.ed. Arlington, 1990. 1018p.
- ASSOCIATION OF OFFICAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC International, 2000. Official Method of Analysis, 17th ed. AOAC Int., Arlington, VA.
- Alves, L.G.C., Fernandes, A.R.M., Osório, J.C.S., Osório, M.T.M., Zanoni, K.E., Cunha, C.M. da, Cornélio, T. da C., Neto, A.P.C., 2012. Composição de ácidos graxos na carne de cordeiro em confinamento. PUBVET, Publicações em Med. Veterinária e Zootec. 6.
- Almeida, N.M., Franco, M.R.B., 2006. Influência da dieta alimentar na composição de ácidos graxos em pescado: aspectos nutricionais e benefícios à saúde humana. Rev Inst Adolfo Lutz 65, 7–14.
- Albuquerque, F. H. M. A. R. de; Oliveira, L. S. Produção de Ovinos de Corte: Terminação de Cordeiros no Semiárido. Embrapa Caprinos e Ovinos. Brasília. 58p. 2015.
- Araújo, A.P.C., Venturelli, B.C., Santos, M.C.B., Gardinal, R., Cônsolo, N.R.B., Calomeni, G.D., Freitas, J.E., Barletta, R. V., Gandra, J.R., Paiva, P.G., Rennó, F.P., 2015. Chitosan affects total nutrient digestion and ruminal fermentation in Nellore steers. Anim. Feed Sci. Technol. 206, 114–118. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.05.016>
- Arcari, M.A., Martins, C.M.M.R., Tomazi, T., Gonçalves, J.L., Santos, M.V., 2016. Effect of substituting dry corn with rehydrated ensiled corn on dairy cow milk yield and nutrient digestibility. Anim. Feed Sci. Technol. 221, 167–173. <https://doi.org/10.1016/J.ANIFEEDSCI.2016.08.005>
- Belanche, A., Ramos-Morales, E., Newbold, C.J., 2016. In vitro screening of natural feed additives from crustaceans, diatoms, seaweeds and plant extracts to manipulate rumen fermentation. J. Sci. Food Agric. 96, 3069–3078. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7481>

- Bligh, E.G.; Dyer, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, v.37, n.8, p.911-917, 1959.
- Brasil. Instrução Normativa (nº. 3). Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. *Diário Oficial da União (Seção 1)*, 14-16, Brasília, DF, 2000.
- Bürger, P. J.; Pereira, J. C.; Queiroz, A. C. de; Silva, J. C.; Valadares Filho, S. De C.; Cecon, P. R.; Casali, A. D. P. 2000. Comportamento Ingestivo em Bezerros Holandeses Alimentados com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 1,
- Cañeque Martínez, V., Ruiz de Huidobro, F., Dolz, J.F., Hernández, J.A. 1989. *Producción de carne de cordero*, Madrid, ES: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Del Valle, T.A., Paiva, P.G. de, Ferreira de Jesus, E., Almeida, G.F. de, Zanferari, F., Costa, A.G.B.V.B., Bueno, I.C.S., Rennó, F.P., 2017. Dietary chitosan improves nitrogen use and feed conversion in diets for mid-lactation dairy cows. *Livest. Sci.* 201, 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.04.003>
- Fernandes, A.R.M.; Sampaio, A.A.M.; Henrique, W.; Tullio, R.R.; Oliveira, E.A.; Silva, T.M. 2009. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. *Rev. Bras.Zootec.*, v.38, n.4, p.705-712.
- Gandra, J.R., Takiya, C.S., Oliveira, E.R. de, Paiva, P.G. de, Goes, R.H. de T. e B. de, Gandra, É.R. de S., Araki, H.M.C., Gandra, J.R., Takiya, C.S., Oliveira, E.R. de, Paiva, P.G. de, Goes, R.H. de T. e B. de, Gandra, É.R. de S., Araki, H.M.C., 2016. Nutrient digestion, microbial protein synthesis, and blood metabolites of Jersey heifers fed chitosan and whole raw soybeans. *Rev. Bras. Zootec.* v. 45, 130–137. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902016000300007>
- Goiri, I., Garcia-Rodriguez, A., Oregui, L.M., 2009. Effect of chitosan on mixed ruminal microorganism fermentation using the rumen simulation technique (Rusitec). *Anim. Feed Sci. Technol.* 152, 92–102. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.04.005>
- Goiri, I., Indurain, G., Insausti, K., Sarries, V., Garcia-Rodriguez, A., 2010a. Ruminal biohydrogenation of unsaturated fatty acids in vitro as affected by chitosan. *Anim. Feed Sci. Technol.* 159, 35–40. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.05.007>
- Goiri, I., Oregui, L.M., Garcia-Rodriguez, A., 2010b. Use of chitosans to modulate ruminal fermentation of a 50:50 forage-to-concentrate diet in sheep. *J. Anim. Sci.* <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2377>
- Houben, J.H.; Van dijk, A.; Eikelenboom, G.; Hoving-bolink, A.H. 2000. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. *Meat Science*, v.55, n.3, p.331-336.

- Kumar, M.N. V., 2000. A review of chitin and chitosan applications. *React. Funct. Polym.* 46, 1–27.
- Mingoti, R.D., Freitas, J.E., Gandra, J.R., Gardinal, R., Calomeni, G.D., Barletta, R. V., Vendramini, T.H.A., Paiva, P.G., Rennó, F.P., 2016. Dose response of chitosan on nutrient digestibility, blood metabolites and lactation performance in holstein dairy cows. *Livest. Sci.* 187, 35–39. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.02.008>
- Minolta, K., 1998. Comunicação precisa da cor: controle de qualidade da percepção à instrumentação. Seoul: Konica Minolta.
- National Research Council, NRC, 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. National Academy of Sciences, New York, US.
- Paiva, P.G. de, Jesus, E.F. de, Del Valle, T.A., Almeida, G.F. de, Costa, A.G.B.V.B., Consentini, C.E.C., Zanferari, F., Takiya, C.S., Bueno, I.C. da S., Rennó, F.P., 2016. Effects of chitosan on ruminal fermentation, nutrient digestibility, and milk yield and composition of dairy cows. *Anim. Prod. Sci.* 57, 301. <https://doi.org/10.1071/AN15329>
- Santos-Silva, J., Bessa, R.J., Santos-Silva, F., 2002. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. *Livest. Prod. Sci.* 77, 187–194. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00059-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00059-3)
- SAS Statistical Analysis Systems User's Guide. 2012. Version 6. Cary, NC: SAS institute.
- Sniffen, C.J.; O'connor, J.D.; Van Soest, P.J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 2. Carbohydrate and protein availability. *J. Animal Sci.*, v.70, p.3562-3577.
- Reis, W. dos; Jobim, C. C.; Macedo, F. de A. F.; Martins, E. N.; Cecato, U. Silveira, A. da. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento, consumindo silagens de milho de grãos com alta umidade ou grãos de milho hidratados em Substituição aos Grãos de Milho Seco da Dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 2, p. 596–603, 2001
- Trikalinos, T.A., Lee, J., Moorthy, D., Yu, W.W., Lau, J., Lichtenstein, A.H., Chung, M., 2012. Effects of Eicosapentanoic Acid and Docosahexanoic Acid on Mortality Across Diverse Settings: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials and Prospective Cohorts, Effects of Eicosapentanoic Acid and Docosahexanoic Acid on Mortality Across Diverse Settings: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials and Prospective Cohorts: Nutritional Research Series, Vol. 4. Agency for Healthcare Research and Quality (US).
- Ulbricht, T.L., Southgate, D.A., 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet* (London, England) 338, 985–92.
- Undersander, D., Mertens, D.R., Theix, N., 1993. Forage analyses. Page 139 in National Forage Testing Association. National Forage Testing Association, USA, Omaha.

Vendramini, T.H.A., Takiya, C.S., Silva, T.H., Zanferari, F., Rentas, M.F., Bertoni, J.C., Consentini, C.E.C., Gardinal, R., Acedo, T.S., Rennó, F.P., 2016. Effects of a blend of essential oils, chitosan or monensin on nutrient intake and digestibility of lactating dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 214, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.01.015>

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A implementação de quitosana na alimentação de cordeiros em confinamento mostrou-se promissora visto que este pode melhorar o desempenho e promover uma carcaça com maior deposição de carne e aspectos positivos no perfil de graxos poliinsaturados (desejáveis). Apesar de a quitosana atuar no metabolismo lipídico, os resultados da presente pesquisa, mostrou que esta não teve impacto direto na gordura da carcaça e nem na qualidade da carne de cordeiros quando alimentados em dietas altamente concentradas.

Comprovada a eficiência da quitosana como promotor de crescimento, sendo um aditivo natural, um dos possíveis desafios na produção animal será na aceitabilidade e concorrência, pois tem uma vasta aplicabilidade. Também é necessária um estudo de avaliação econômica do uso de quitosana como aditivo.

Ainda há muito que explorar quanto ao uso de quitosana como aditivos na alimentação de animais em confinamento e seu impacto no desempenho e na carne. Estudos sobre seu efeito em diferentes dietas e outras espécies para corte são necessários.