



# **USO DE QUITOSANA EM DIETAS PARA CORDEIROS CONFINADOS**

**FABIANO MATOS PEREIRA**

**2017**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**USO DE QUITOSANA EM DIETAS PARA CORDEIROS  
CONFINADOS**

**AUTOR: FABIANO MATOS PEREIRA**

**ORIENTADOR: PROF. Dr. GLEIDSON GIORDANO PINTO DE CARVALHO**

**ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Março de 2017**

**FABIANO MATOS PEREIRA**

**USO DE QUITOSANA EM DIETAS PARA CORDEIROS CONFINADOS**

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

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

**Coorientadores:** Prof. Dr. José Esler de Freitas Júnior

Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Março de 2017

636.085 Pereira, Fabiano Matos.  
P491u Uso de quitosana em dieta para cordeiros em confinamento. / Fabiano Matos Pereira. – Itapetinga-BA: UESB, 2017.  
95f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho e coorientação do Prof. D.Sc. José Esler de Freitas Júnior e Prof. D.SC. Aureliano José Vieira Pires.

1. Cordeiros - Quitosana - Desempenho produtivo e metabólico. 2. Ovinos - Características físico-químicas - Centesimal - Ácidos graxos. 3. Cordeiros - Aditivos - Comportamento ingestivo. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Carvalho, Gleidson Giordano Pinto de. III. Freitas Júnior, José Esler de. IV. Pires, Aureliano José Vieira. V. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região  
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Cordeiros - Quitosana - Desempenho produtivo e metabólico
2. Ovinos - Características físico-químicas - Centesimal - Ácidos graxos
3. Cordeiros - Aditivos - Comportamento ingestivo

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**Título:** “Uso de quitosana em dietas para cordeiros confinados”.

**Autor (a):** Fabiano Matos Pereira


**Orientador (a):** Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

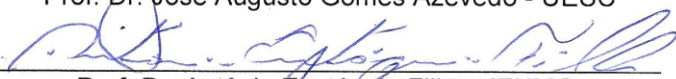
**Co-orientador (a):** Prof. Dr. José Esler Freitas Júnior

Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho – UFBA  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Augusto Gomes Azevêdo - UESC

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Antônio Eustáquio Filho - IFNMG

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Esler Freitas Júnior - UFBA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Douglas dos Santos Pina - UFBA

Data de realização: 10 de março de 2017.

“A persistência é o caminho do êxito.”

*(Charlie Chaplin)*

Dedico ao Sr. Jeová, meu Deus Soberano sobre todas as coisas, que é a real essência de existirmos.

Aos meus Pais, José Pereira de Souza e Maria de Lourdes Matos Pereira, que tanto me ensinaram no decorrer de minha vida, pelo amor e base de sustentação, para a conquista dos objetivos.

Aos meus filhos Bianca Matos Pereira e Luís Otávio Cunha Matos, pela ternura e compreensão nas horas ausentes.

A minha esposa Érika Andréa Matos da Cunha, pelo seu apoio nas horas mais difíceis.

Ao meu irmão Fernando Matos Pereira, a minha cunhada Flávia Ferreira de Souza Matos e sobrinha Maria Fernanda, pelo apoio constante e amizade.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Jeová, meu Deus Soberano sobre todas as coisas.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Produção de Ruminantes, pela oportunidade concedida para a realização deste curso.

Ao IFNMG *Campus*/Salinas, pela liberação para condução do projeto, em especial aos funcionários Chicão, Noelba, Susi e Osmar.

A Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação pela concessão da bolsa do PBQS.

Ao meu orientador, e coorientadores Profs. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, José Esler de Freitas Júnior e Aureliano José Vieira Pires, pela orientação, pela atenção, acessibilidade, apoio e exemplos de profissionais no dinamismo e conhecimento na condução das pesquisas.

Aos professores da Pós-Graduação, por fazerem parte da nossa formação profissional.

A incansável e determinada Lara (A Delegada), se não fosse pela sua determinação e conhecimento, não teria êxito essa pesquisa.

Aos colegas, Paulo Roberto, Liliane, Vitão, Neiri, Rodrigão, Pedro; que prestaram inestimáveis colaborações.

Aos funcionários da Fazenda de São Gonçalo, em especial a primo (Dallyson) e Seu Flor.



Aos pós-graduandos e alunos componentes do grupo de pesquisa GGPC (UFBA) e Janaína e Everton, pela sua contribuição e disponibilidade para o desenvolvimento dos trabalhos de campo e análises laboratoriais.

Ao Técnico de Laboratório de Forragem, da UESB, Zé pelo auxílio nos trabalhos de análises.

Aos amigos Dallyson (Primo), Antonio Eustáquio, que tanto apoio despendeu, não só apenas nos trabalhos.

Aos parceiros das caronas Neim (Tubarão), Roxo, Vantuir, Zé Élcio, Bené, Neil.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

Meu muito obrigado!

## BIOGRAFIA

FABIANO MATOS PEREIRA, filho de José Pereira de Souza e Maria de Lourdes Matos Pereira, nasceu 19 de abril de 1975, em Salinas - MG.

Concluiu o curso de graduação em Zootecnia em Dezembro de 2006, pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba - MG.

Concluiu o curso de Pós-graduação (*Lato Sensu*) em Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Agrícolas em Setembro de 2009, pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras - MG.

Em março de 2008 iniciou o curso de Mestrado em Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga – BA, obtendo o título de Mestre em Setembro de 2010.

Aprovado na seleção para o curso de Doutorado em Zootecnia no ano de 2012, iniciando no Programa de Pós-Graduação em março de 2013 e obtendo o Título de Doutor no dia 10 de março de 2017.

Atualmente, é Técnico Administrativo do IFNMG *Campus* – Salinas, onde é responsável pelos setores de suinocultura e ovinocaprinocultura.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	ix
RESUMO .....	xii
ABSTRACT .....	xiv
I – REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
1. INTRODUÇÃO .....	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20
II – OBJETIVOS .....	23
2.1 OBJETIVO GERAL .....	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
III – CAPÍTULO I .....	24
NÍVEIS DE QUITOSANA EM DIETAS PARA CORDEIROS: DESEMPENHO PRODUTIVO, BALANÇO DE NITROGÊNIO, SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA, CARACTERÍSTICAS E MORFOMETRIA DA CARÇAÇA .....	24
RESUMO .....	24
ABSTRACT.....	25
INTRODUÇÃO .....	26
MATERIAL E MÉTODOS .....	27
LOCAL, ANIMAIS E INSTALAÇÕES .....	27
DIETA EXPERIMENTAL E MANEJO .....	27
COMPOSIÇÃO QUÍMICA, CONSUMO E DIGESTIBILIDADE .....	29
EXCREÇÃO URINÁRIA E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA .....	30
DESEMPENHO .....	32
ABATE E MORFOMETRIA DA CARÇAÇA .....	32
ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35

CONCLUSÕES .....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43
IV – CAPÍTULO II.....	47
PERFIL QUALITATIVO DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETA COM DIFERENTES NÍVEIS DE QUITOSANA.....	47
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	48
INTRODUÇÃO .....	49
MATERIAL E MÉTODOS .....	50
LOCAL, ANIMAIS E INSTALAÇÕES .....	50
DIETA EXPERIMENTAL E MANEJO .....	50
ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E CENTESIMAL .....	52
ANÁLISE PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS .....	53
ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	54
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	55
CONCLUSÕES .....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65
V – CAPÍTULO III .....	70
PERFIL METABÓLICO SANGUÍNEO E COMPORTAMENTO INGESTIVO EM CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE QUITOSANA.....	70
RESUMO.....	70
ABSTRACT.....	71
INTRODUÇÃO.....	72
MATERIAL E MÉTODOS .....	73
LOCAL, ANIMAIS E INSTALAÇÕES .....	73
DIETA EXPERIMENTAL E MANEJO.....	73

PARÂMETROS SANGUÍNEOS .....	75
COMPORTAMENTO .....	76
ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	77
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
CONCLUSÕES .....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	87
VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

TABELA 1. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais contendo diferentes doses de quitosana para cordeiros em confinamento.....	28
TABELA 2. Efeito da dieta adicionada de quitosana sobre o consumo e digestibilidade de cordeiros confinados .....	35
TABELA 3. Balanço de nitrogênio e síntese microbiana de cordeiros alimentados em função do nível de quitosana da dieta .....	37
TABELA 4. Desempenho e característica da carcaça de cordeiros alimentados em função do nível de quitosana na dieta .....	39
TABELA 5. Morfometria da carcaça de cordeiros alimentados em função do nível de quitosana na dieta .....	40

## CAPÍTULO II

TABELA 1. Composição percentual e bromatológica da dieta experimental para cordeiros em confinamento .....	51
TABELA 2. Características físico-químicas do músculo <i>Longissimus dorsi</i> em função do nível de quitosana na dieta de cordeiros confinados .....	55
TABELA 3. Composição centesimal em percentual (%) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> em função do nível de quitosana na dieta de cordeiros confinados.....	58
TABELA 4. Perfil dos ácidos graxos do músculo <i>longissimus dorsi</i> (g/100g de AG) em função do nível de quitosana na dieta de cordeiros confinados.....	59
TABELA 5. Relação entre ácidos graxos, saturados, monoinsaturados e poli-insaturados do músculo <i>longissimu sdorsi</i> . Cordeiros alimentados com diferentes níveis de quitosana.....	62

### CAPÍTULO III

TABELA 1. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais contendo diferentes doses de quitosana para cordeiros em confinamento.....	74
TABELA 2. Parâmetros sanguíneos de ovinos alimentados em função do nível de quitosana na dieta .....	78
TABELA 3. Tempo, número de períodos e duração (em minutos) de alimentação, ruminação e ócio em função do nível de quitosana na dieta de cordeiros confinados.....	81
TABELA 4. Parâmetros comportamentais das mastigações e ruminação de cordeiros alimentados com diferentes níveis de quitosana.....	83
TABELA 5. Eficiência dos parâmetros de alimentação e ruminação de cordeiros alimentados com diferentes níveis de quitosana .....	84



## RESUMO

PEREIRA, Fabiano Matos. **Uso de quitosana em dietas para cordeiros confinados.** Itapetinga, BA: UESB, 2017. 95p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).\*

RESUMO - Objetivou-se, com esse estudo, avaliar os efeitos da inclusão de quitosana sobre desempenho, consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio, síntese microbiana, desempenho, características e morfometria da carcaça, perfil qualitativo e de ácidos graxos da carne, parâmetros sanguíneos e comportamento ingestivo em cordeiros confinados. Foram utilizados 60 cordeiros mestiços da raça Santa Inês, com peso corporal médio de  $23,6 \pm 2,2$  kg, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com três dietas experimentais: 1) dieta controle sem adição de quitosana; 2) dieta controle com a inclusão de 136 mg/kg de peso corporal; 3) dieta controle com a inclusão de 272 mg/kg de peso corporal. O experimento teve duração de 90 dias. Os resultados deste estudo foram apresentados em três capítulos, conforme se segue. No **primeiro capítulo** avaliou-se o consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio (N), síntese microbiana, desempenho produtivo, características e morfometria da carcaça de cordeiros submetidos às dietas com quitosana. Não foi observado diferença para o consumo de nutrientes ( $P > 0,05$ ), enquanto que na digestibilidade, houve um efeito quadrático, com a inclusão da quitosana ( $P < 0,05$ ) para as variáveis, matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, extrato etéreo, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais. O balanço de nitrogênio as variáveis, N ingerido e N retido (g/dia), foi observado efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de quitosana, sendo estimado os maiores valores na inclusão 142 e 152 mg de quitosana/ PC, respectivamente. A síntese microbiana também foi observada efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) nos diferentes níveis de quitosana, em que os maiores valores foram encontrados na inclusão de 136 mg/kg de PC. As variáveis de desempenho, rendimentos dos cortes comerciais da carcaça e as medidas morfométricas, não foram observados efeitos ( $P > 0,05$ ) entre as dietas. O uso de quitosana no nível estimado de 121,5 a 152 mg/kg de PC melhora a digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, balanço de nitrogênio e síntese microbiana. Objetivou-se, com o **segundo capítulo**, avaliar as características físico-químicas, centesimal e o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimu sdorsi*. As características físico-químicas,

somente o pH(tempo 0), apresentou efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ), a composição centesimal não foi alterada pela adição de quitosana. Os ácidos graxos saturados, a exceção do C 15:0 iso (Pentadecanóico) que apresentou efeito quadrático ( $P = 0,018$ ), não foram afetados ( $P > 0,05$ ) pela quitosana. Houve efeito quadrático ( $P = 0,012$ ,  $0,015$  e  $0,008$ ) dos ácidos graxos insaturados de 18 carbonos (C 18:1 cis 11,12 e 13, respectivamente) em função dos níveis de quitosana, em que as maiores concentrações foram nos níveis de 136 mg/kg de PC. De forma similar, a proporção dos ácidos graxos saturados e insaturados também apresentou efeito quadrático ( $P = 0,001$ ) com aumento e diminuição das proporções, respectivamente, no nível de inclusão de 136 mg/kg de PC. Porém a relação ácido graxo insaturado/saturado não foi observado efeito ( $P < 0,05$ ) entre as dietas. O nível de inclusão de 136 mg/kg de PC aumenta os teores dos ácidos graxos C 18:1 cis 11,12 e 13, ácido vacênico, bem como a proporção de ácidos graxos insaturados na carne de cordeiros confinados. No **terceiro capítulo** avaliou-se os parâmetros sanguíneos e comportamento ingestivo dos cordeiros. A adição de quitosana alterou as concentrações da creatinina, albumina e colesterol ( $P < 0,05$ ), no qual apresentou efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) para as concentrações de creatinina e albumina. No entanto foi observado efeito quadrático ( $P = 0,011$ ) para as concentrações de colesterol com a inclusão de quitosana. O comportamento ingestivo, observou-se efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para o número de períodos de ruminação e tempo gasto por período de ruminação, em que o nível de 136 mg/kg de PC diminuiu o número de períodos, e conseqüentemente aumenta o tempo gasto por período nos eventos de ruminação. As demais variáveis dos parâmetros sanguíneos e comportamentais não foram influenciadas pela inclusão de quitosana. Assim não se recomenda o uso de quitosana no intuito de melhorar os parâmetros sanguíneos e comportamento ingestivo de cordeiros em confinamento.

**Palavras-chave:** comportamento, desempenho, ovinos

## ABSTRACT

PEREIRA, Fabiano Matos. **Use of chitosan in diet for confined lambs**. Itapetinga, BA: UESB, 2017. 95p. Thesis. (PhD in Animal Science, Concentration Area in Ruminant Production).\*

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effects of the inclusion of chitosan on performance, intake, digestibility, nitrogen balance, microbial synthesis, performance, carcass morphometry and characteristics, qualitative and fatty meat profile, blood parameters and behavior ingestion in confined lambs. Six hundred crossbred lambs of the Santa Inês breed were used, with a mean body weight of  $23.6 \pm 2.2$  kg, distributed in a completely randomized experimental design, with three experimental diets: 1) control diet without addition of chitosan; (2) control diet with inclusion of 136 mg / kg body weight; 3) control diet with inclusion of 272 mg / kg body weight. The experiment lasted for 90 days. The results of this study were presented in three chapters, as follows. In the first chapter intake, digestibility, nitrogen balance (N), microbial synthesis, productive performance, carcass morphometry and characteristics of lambs submitted to chitosan diets were evaluated. No difference was observed in the nutrient intake ( $P > 0.05$ ), whereas in the digestion, there was a quadratic effect with chitosan ( $P < 0.05$ ) for the variables: dry matter, crude protein, fiber In neutral detergent, ethereal extract, non-fibrous carbohydrates and total digestible nutrients. . Nitrogen balance, ingested N and retained N (g / day), observed a quadratic effect ( $P < 0.05$ ) between the chitosan levels, being estimated the highest values in the inclusion of 142 and 152 mg of chitosan / PC , Respectively. The microbial synthesis was also observed quadratic effect ( $P < 0.05$ ) in the different levels of chitosan, in which the highest values were found in the inclusion of 136 mmg / kg of PC. The performance variables, yields of the commercial cuts of the carcass and the morphometric measurements, no effects were observed ( $P > 0.05$ ) among the diets. The use of chitosan at the estimated level of 121.5 to 152 mg / kg PC improves dry matter digestibility, crude protein, neutral detergent fiber, nitrogen balance and microbial synthesis. The objective of the second chapter was to evaluate the physico-chemical, centesimal and fatty acid profile of the *Longissimu sdorsi* muscle. The physicochemical characteristics, pH only (time 0), presented linear decreasing effect ( $P < 0.05$ ), the centesimal composition was not altered by the addition of chitosan. Saturated fatty

acids, with the exception of C 15: 0 iso (Pentadecanoic) that presented quadratic effect ( $P = 0.018$ ), were not affected ( $P > 0.05$ ) by chitosan. There was a quadratic effect ( $P = 0.012$ ,  $0.015$  and  $0.008$ ) of 18-carbon unsaturated fatty acids (C 18: 1 cis 11,12 and 13, respectively) as a function of chitosan levels, where the highest concentrations were at levels of 136 Mg / kg PC. Similarly, the proportion of saturated and unsaturated fatty acids also showed a quadratic effect ( $P = 0.001$ ) with increase and decrease of proportions, respectively, in the inclusion level of 136 mg / kg of CP. However, the unsaturated / saturated fatty acid ratio did not show an effect ( $P < 0.05$ ) between the diets. The inclusion level of 136 mg / kg CP increases the levels of the fatty acids C 18: 1 cis 11,12 and 13, vaccinic acid, as well as the proportion of unsaturated fatty acids in the meat of confined lambs. In the third chapter we evaluated the blood parameters and ingestive behavior of lambs. The addition of chitosan changed the concentrations of creatinine, albumin and cholesterol ( $P < 0.05$ ), in which it presented increasing linear effect ( $P < 0.05$ ) for creatinine and albumin concentrations. However, quadratic effect ( $P = 0.011$ ) was observed for cholesterol concentrations with chitosan inclusion. The ingestive behavior showed a quadratic effect ( $P < 0.05$ ) for the number of rumination periods and time spent per rumination period, in which the level of 136 mg / kg CP decreased the number of periods, and consequently increases the time spent per period in rumination events. The other variables of blood and behavioral parameters were not influenced by the inclusion of chitosan. Therefore, the use of chitosan in order to improve blood parameters and ingestive behavior of lambs confined is not recommended.

**Key words:** behavior, performance, sheep.

## I - REFERENCIAL TEÓRICO

### 1. INTRODUÇÃO

A produção animal para ser eficiente necessita do controle sobre o manejo nutricional e sanitário, os quais estão interligados. A nutrição de ruminantes, em sua maioria, está baseada nas pastagens tropicais, contudo, observado o inadequado manejo dessas, aliado aos períodos de sazonalidade na produção de forragens, torna-se necessário buscar alternativas para suprir as exigências dos animais e, conseqüentemente, obter um produto final de qualidade.

Nesse contexto, o uso de aditivo alimentar tornou-se uma realidade na busca por resultados satisfatórios. Assim diferentes promotores de crescimento têm sido utilizados nos sistemas de criação, em que dentre esses se destacam os antibióticos, que promovem efeitos benéficos, como a prevenção de alterações na saúde animal e melhoria no aproveitamento dos nutrientes contidos nos alimentos (Araújo et al., 2015).

A pecuária moderna na interface com a sustentabilidade ambiental vai de encontro ao uso frequente e indiscriminado de antimicrobianos visando um maior desempenho animal, podendo vir a causar resistência de humanos a antibióticos. Esse fato culminou nas alterações da legislação da União Européia, um dos maiores mercados consumidores (Dell Valle, 2014). Dessa forma o uso de aditivos não antibióticos, passou a ser objeto de pesquisa, como alternativa aos ionóforos, tendo a quitosana despontando com grandes perspectivas em função de suas características semelhantes ao dos ionóforos (Rennó et al., 2011).

A quitosana (polímero N-acetil-D-glicosamina) é um biopolímero natural derivado da desacetilação da quitina (Goiri et al. 2009). A quitina por sua vez é o biopolímero mais abundante da natureza, depois da celulose, sendo polissacarídeo mundialmente distribuído como componente principal do exoesqueleto de crustáceos e insetos, assim como da parede celular de algumas bactérias e fungos (Senel e McClure, 2004). Por ser um biopolímero atóxico e biodegradável, a quitosana tem recebido muita atenção pelo grande potencial de aplicações na medicina e na preservação de alimentos, notadamente por sua propriedade antimicrobiana (Shahidi et al., 1999; Jeon et al., 2002) contra bactérias, fungos e leveduras (Sudarshan et al., 1992; Fang et al., 1994). A

atividade antimicrobiana da quitosana é bem reconhecida contra diversas bactérias e fungos, e é influenciado por diversos fatores como o tipo de quitosana, o grau de polimerização, peso molecular, tipo de bactéria e outras propriedades químicas e físicas (No et al., 2002; Senel e McClure, 2004). Segundo Senel e McClure. (2004), a quitosana geralmente exerce efeito bactericida mais forte sobre bactérias gram positivas quando comparado com gram negativas.

De acordo com Russel e Strobel (1989), a diferença no modo de ação dos ionóforos entre os microrganismos se deve à diferença entre os envoltórios celulares das bactérias dos dois grupos. As gram-negativas possuem uma parede celular e uma membrana externa de proteção com canais (orifícios que ligam o meio intracelular ao extracelular) com aproximadamente 600 daltons. Já as bactérias gram-positivas apresentam apenas uma membrana porosa, não seletiva, sendo, assim sensíveis à ação dos ionóforos. Na alimentação humana é largamente utilizada como inibidor na absorção de gorduras, em que diversos produtos a base de quitosana são utilizados como auxiliares em programas de alimentação, em função de sua capacidade de complexar com lipídeos, reduzindo a absorção e os níveis séricos do colesterol (Grande et al., 2016), bem como, sua utilização na indústria de alimentos como biofilme comestível para prolongar a “shelf-life” dos produtos perecíveis por meio de suas propriedades antimicrobianas (Aider. 2010).

Na biomedicina, Thanou e Juninger. (2005) descreveram que a quitosana tem potencial aplicação na liberação de fármacos e vacinas, além disso, a literatura reporta vários estudos envolvendo a utilização da quitosana com aplicação terapêutica (Bueter et al., 2011; Köksal et al., 2011), sendo seu principal emprego em decorrência de suas propriedades cicatrizantes, homeostáticas e imunológicas.

Na função terapêutica a quitosana interage com a superfície lipopolissacarídea (LPS) das bactérias gram negativas e da mesma forma com a fração peptidoglicana das bactérias gram positivas, ambas aniônicas. O grau de atividade antimicrobiana depende do grau de desacetilação, e determinados estudos apontam que bactérias gram positivas são mais susceptíveis do que as bactérias gram negativas (Kumar et al., 2005), mecanismo desejado na utilização do composto como modulador de fermentação ruminal.

A busca pela otimização do desempenho dos ruminantes, via manipulação dos padrões de fermentação ruminal, de modo que essa não altere a microbiota ruminal e

potencialize a síntese de produtos oriundos do processo de digestão dos alimentos, aliado a um menor gasto energético, tem como viés, a adição de moduladores de fermentação, como estratégia para melhora da conversão alimentar (CA) em dietas para ruminantes. Entre esses, podemos destacar os antimicrobianos – ionóforos e não ionóforos, além de óleos essenciais e probióticos.

Ao utilizar seis diferentes tipos de quitosana *in vitro*, Goiri et al. (2009a), observaram que o grau de desacetilação > 95 do composto, conferiu redução de metano do total de AGCC (ácidos graxos de cadeia curta), aumento do propionato, além da redução da relação acetato. Nesta pesquisa os autores concluíram que o maior grau de desacetilação da quitosana aumenta a quantidade de energia obtida por unidade de substrato fermentado.

Em outra pesquisa com quitosana Gori et al. (2010), concluíram que a inclusão de quitosana na dieta de ovelhas não lactantes, somente, tendeu a diminuir a degradação de fibra, sem no entanto, promover restrição no seu consumo. Porém houve aumento na proporção molar do propionato e redução na relação acetato:propionato e na concentração de amônia (N-NH<sub>3</sub>). Partindo do pressuposto de que a quitosana possui características de modulação da fermentação ruminal, a população microbiana pode ser alterada podendo assim modificar os processos degradativos e conseqüentemente o consumo de nutrientes.

Relatos disponíveis referem-se ao uso do composto quitosana em ovelhas, conforme pesquisa de Garcia-Rodriguez et al. (2011) na qual avaliaram a suplementação de quitosana na concentração de 1,2% em ovelhas lactantes alimentadas com feno e concentrado (50:50) e relataram diminuição no consumo de matéria seca sem, no entanto, prejudicar a produção leiteira dos animais. Efeito, segundo os autores, semelhante ao dos ionóforos.

Araújo et al. (2015) avaliou o efeito de diferentes doses de quitosana (0, 50, 100 e 150 mg/kg de peso corporal - PC) de quitosana na dieta de novilhos Nelore e não observaram diferenças para as dietas sobre as variáveis de consumo avaliadas, com exceção da fibra em detergente neutro (FDN) que apresentou efeito quadrático sobre o menor consumo observado na dose de 150 mg/kg de PC. O estudo também não apontou diferença para as concentrações de N-NH<sub>3</sub> com a inclusão de quitosana na dieta.

O fato de ocorrer diminuição das concentrações de amônia ruminal pode ser indicativo de menor taxa de deaminação da proteína bruta da dieta pela microflora

ruminal e conseqüentemente maior fluxo de aminoácidos para o intestino delgado e melhor aproveitamento de nitrogênio pelos tecidos (Tolbert e Lichtenwalner, 1978; Schelling, 1984).

Em bovinos leiteiros no terço médio de lactação, Mingoti et al. (2016) testaram diferentes doses de quitosana (0, 50, 100 e 150 mg kg de PC) e não observaram diferenças sobre o consumo e produção, contudo houve uma melhora na digestibilidade da proteína bruta (PB), indicando aumento linear com a inclusão da quitosana, enquanto a fibra em detergente neutro (FDN) apresentou melhor coeficiente de digestibilidade (62,13%) na inclusão de 50 mg/kg de peso corporal (PC) de quitosana, e que de acordo os autores, pode estar relacionado com a mudança do perfil dos microrganismos ruminais, atuando principalmente sobre as bactérias gram-positivas.

Ao trabalhar com bovinos leiteiros no intuito de avaliar a influência da quitosana (150 mg/kg de peso corporal) associada com óleo de soja (3,3% na MS) Dell Valle (2014) encontrou efeito com a adição de quitosana, independente da adição de óleo de soja, apresentando melhor digestibilidade, com valores médios de 74,5 e 75,39% para MS, matéria orgânica (MO), respectivamente, o que justifica seu uso como aditivo na alimentação de bovinos leiteiros. Nesta mesma pesquisa nas dietas sem inclusão de óleo o uso do aditivo levou à redução no consumo de MS e nutrientes no nível de 6%, o que segundo o autor, pode estar relacionado ao melhor aproveitamento energético da dieta.

Algumas pesquisas (Araújo et al., 2015; Gandra et al., 2016; Mingoti et al., 2016; Vendramini et al., 2016) mostraram a possibilidade de sua utilização através da melhoria na digestibilidade aparente total da matéria seca e nutriente através da alteração na fermentação ruminal. Contudo a literatura ainda é muito escassa sobre o uso de quitosana na alimentação de ruminantes, o que faz necessário avaliar os diferentes níveis que melhor atendem a demanda para as variáveis de desempenho, balanço de nitrogênio, síntese microbiana, características da carcaça e comportamento ingestivo de ovinos confinados.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDER, M. Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: review. **Food Science and Technology**, v.43, n.6, p.837-842, 2010.

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

BUETER, C.L.; LEE, C.K.; RATHINAM, V.A.K.; HEALY, G.J.; TARON, C.H.; SPECHT, C.A; LEVITZ, S.M. Chitosan but not chitin activates the inflammasome by a mechanism dependent upon phagocytosis. **Journal Biology Chemical**, v.286, n.41, p. 35447-35455 2011.

DELL VALLE, T.A. **Quitosana associada a fonte de lipídeos na alimentação de vacas em lactação**. 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

FANG, S. W., C. F. LI, and D. Y. C. SHIH. Antifungal activity of chitosan and its preservative effect on low-sugar candied kumquat. **Journal of Food Protection**.v.57,p.136-140, 1994.

GANDRA, J.R.; TAKIYA, C.S.; OLIVEIRA, E.R.; PAIVA, P.G.; GOES, R.H.T.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.

GARCIA-RODRIGUEZ, A.; MANDALUNIZ, N.; ARRANZ, J.; GOIRI, I. Inclusion of chitosan in the diet of dairy ewes in early lactation. In: XIV Jornadas sobre Producción Animal, 2011, Zaragoza. **Anais...** Zaragoza: Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario, 2011, p.222-224.

GOIRI, I., OREGUI, L.M., GARCIA-RODRIGUEZ, A. Dose-response effects of chitosans on in vitro rumen digestion and fermentation of mixtures differing in forage-to-concentrate ratios. **Animal Feed Science and Technology**, v.151, p.215-227, 2009a.

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**, v.88, n.2, p.749-755, 2010.

GRONDE, T.V.; HARTOG, A.; VAN, C.V.; PELLIKANN, H.; PIETERS, T. Systematic review of the mechanisms and evidence behind the hypocholesterolaemic effects of HPMC, pectin and chitosan in animal trials. **Food Chemistry**, v.199, p.746-759, 2016.

JEON, Y. L.; KAMIL, J. Y. V. A; SHAHIDI, F. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, v.20, p.5167-5178, 2002.

KÖKSAL, O.; OZDEMIR, F.; CAM ETÖZ, B.; İŞBİL BÜYÜKCOŞKUN, N.; SİĞİRLİ, D. Hemostatic effect of a chitosan linear polymer (Celox®) in a severe femoral artery bleeding rat model under hypothermia or warfarin therapy. **Ulus Travma Acil Cerrahi Derg**, v.17, p.199-204, 2011.

KUMAR, A.B.V.; VARADARAJ, M.C.; GOWDA, L.R.; THARANATHAN, R.N. Characterization of chito-oligosaccharides prepared by chitosanolytic with the aid of papain and Pronase, and their bactericidal action against *Bacillus cereus* and *Escherichia coli*. **The Biochemical Journal**, v.391, p.167-175, 2005.

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.

NO, H. K.; PARK, N. Y.; LEE, S. H.; MEYERS, S. P. Antibacterial activity of chitosans and chitosan oligomers with different molecular weights. **International Journal of Food Microbiology**, n.74, p.65-72, 2002.

RENNÓ, F.P ; AQUINO, A.A.; ARAÚJO, A.P.C. de ; VENTURELLI, B.C.; SANTOS, M.C.B.; FREITAS JÚNIOR, J.E.; BARLETTA, R.V.; GANDRA, J. R.; VERDURICO, L.C.; CALOMENI, G. D. ; GARDINAL, R.; MINGOTI, R.D.; BETTERO, V.P.Utilização de quitosana na alimentação de ruminantes. In: SANTOS, M.V.; SILVA, L.F.P.; RENNÓ, F.P.; ALBUQUERQUE, R. (Org.). **Novos Desafios na pesquisa em Produção e Nutrição Animal** - Edição 2011. 1 ed. Pirassununga-SP: Editora 5D, 2011, v.1, p.117-137.

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

SCHELLING, G. T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1518-1527, 1984.

SENEL, S.; McCLURE, S.J. Potential applications of chitosan in veterinary medicine. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v.56, p.1467-1480, 2004.

SHAHIDI, F.; RACHCHI, J. K. V.; JEON, Y.J. Food applications of chitin and chitosans. **Trends in Food Science Technology**, v.10, n.2, p.37-51, 1999.

SUDARSHAN, N. R., D. G. HOOVER, and D. KNOOR. . Antibacterial action of chitosan. **Food Biotechnology**, v.6, p.257-272, 1992.

THANOOU, M.; JUNGINGER, H.E. Pharmaceutical applications of chitosan and derivatives. In: DUMITRIU, S. **Polysaccharides. Structural diversity and functional versatility**. New York: Marcel Dekker, 2005. p.661–677.

TOLBERT, R.E.; LICHTENWALNER, R.E. Effect of monensin on apparent digestibility and nitrogen utilization of sorghum based rations. **Journal of Animal Science**, p.276, 1978.

VENDRAMINI, T.H.A.; TAKIYA, C.S.; SILVA, T.H.; ZANFERARI, F.; et al. Effects of a blend of essential oils, chitosan or monensin on nutrient intake and digestibility of lactating dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.214, p.12-21, 2016.

## **II – OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Objetivou-se avaliar a utilização de diferentes níveis de quitosana na dieta para cordeiros mestiços da raça Santa Inês em confinamento.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar o ganho de peso, conversão e eficiência alimentar;
- Determinar os valores de consumo e digestibilidade da MS, PB, FDN, EE, CNF e NDT;
- Avaliar o balanço de nitrogênio e síntese microbiana;
- Avaliar as características da carcaça (morfometria, e cortes comerciais);
- Avaliar a qualidade da carne: características físico-químicas, centesimal e ácido graxos;
- Analisar as atividades de alimentação, ruminação e ócio, bem como as eficiências de alimentação e ruminação e a discretização das atividades comportamentais.

### III – CAPÍTULO I

#### **NÍVEIS DE QUITOSANA EM DIETAS PARA CORDEIROS: DESEMPENHO PRODUTIVO, BALANÇO DE NITROGÊNIO, SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA, CARACTERÍSTICAS E MORFOMETRIA DA CARÇAÇA**

**RESUMO-** objetivou-se avaliar o consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio, síntese microbiana, ganho de peso, rendimento dos principais cortes comerciais, morfometria da carcaça, de cordeiros submetidos a dietas com diferentes níveis de quitosana. Foram utilizados 60 ovinos mestiços da raça Santa Inês, com peso corporal médio de  $23,6 \pm 2,2$  kg, devidamente desverminados, adaptados e identificados, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com três dietas (0, 136 e 272 mg/kg de quitosana/PC) e 20 repetições, tendo uma duração de 90 (noventa) dias de experimento. A coleta de urina procedeu no terceiro dia de cada período experimental, quatro horas após fornecimento matinal, as fezes em dois períodos de cinco dias, através do uso de bolsa para coleta total. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) da quitosana sobre o consumo de componentes nutricionais: matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra detergente neutro, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais. Para a digestibilidade, essas mesmas variáveis, não apresentaram alteração ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de quitosana na dieta. Observou-se efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para o nitrogênio (N) ingerido e retido, com os maiores valores nos níveis estimados de 142 e 152 mg de quitosana/kg de PC, respectivamente. De forma similar ao balanço de nitrogênio, a síntese microbiana teve o mesmo efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), no qual o nível de 136 mg/kg de PC, proporcionou maior síntese de proteína microbiana, quando comparada às demais dietas. Não se observou efeito da quitosana sobre o ganho médio diário, peso final e as variáveis da carcaça - peso carcaça quente, peso carcaça fria, rendimento dos cortes comerciais e morfometria da carcaça. A conformação, engorduramento e acabamento das carcaças também não foram alterados pelo uso da quitosana. A quitosana no nível estimado entre 121,5 a 152 mg/kg de PC melhora na digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, aumenta o balanço de nitrogênio e síntese microbiana, mas não altera o desempenho produtivo de cordeiros confinados.

**Palavras-chave:** aditivo, consumo, digestibilidade.

### III - CHAPTER I

## CHITOSAN LEVELS IN LAMB DIETS: PRODUCTIVE PERFORMANCE, NITROGEN BALANCE, MICROBIAL PROTEIN SYNTHESIS, CARCASS MORPHOMETRY AND CHARACTERISTICS

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate the intake, digestibility, nitrogen balance, microbial synthesis, weight gain, yield of the main commercial cuts, and carcass morphometry of lambs submitted to diets with different levels of chitosan. A total of 60 crossbred Santa Inês sheep, with an average body weight of  $23.6 \pm 2.2$  kg, properly debreminated, adapted and identified, were distributed in a completely randomized experimental design (DIC), with three diets (0, 136 and 272 mg / kg chitosan / PC) and 20 replicates, having a duration of 90 (ninety) days of experiment. The urine collection was carried out on the third day of each experimental period, four hours after the morning supply, the feces in two periods of five days, through the use of a bag for total collection. There was no effect ( $P > 0.05$ ) of chitosan on the consumption of nutritional components: dry matter, organic matter, crude protein, ethereal extract, neutral detergent fiber, non-fibrous carbohydrates and total digestible nutrients. For the digestibility, these same variables did not present alteration ( $P < 0.05$ ) with the inclusion of chitosan in the diet. There was a quadratic effect ( $P < 0.05$ ) for ingested and retained nitrogen (N), with the highest values in the estimated levels of 142 and 152 mg of chitosan / kg of CP, respectively. Similar to the nitrogen balance, the microbial synthesis had the same quadratic effect ( $P < 0.05$ ), in which the level of 136 mg / kg CP resulted in a higher synthesis of microbial protein when compared to the other diets. No effect of chitosan on average daily gain, final weight and carcass variables - warm carcass weight, cold carcass weight, yield of commercial cuts and carcass morphometry were observed. The conformation, fattening and finishing of the carcasses were also not altered by the use of chitosan. Chitosan at the estimated level between 121.5 and 152 mg / kg PC improves dry matter digestibility, crude protein and neutral detergent fiber, increases nitrogen balance and microbial synthesis, but does not alter the productive performance of confined lambs.

**Key words:** additive, intake, digestibility.

## INTRODUÇÃO

Na nutrição de ruminantes, o uso de aditivos para modular a fermentação ruminal e melhorar o desempenho é uma realidade (Calsamiglia et al., 2007; Goiri et al., 2010). Os ionóforos é a principal classe de aditivos utilizados atualmente, porém seu uso tem sido repensado e restringido devido ao potencial efeito sobre a resistência microbiana à antibióticos (Russell e Houlihan. 2003).

Atualmente, a possível resistência bacteriana ao usar antibióticos como aditivo para melhorar o desempenho animal, levou ao interesse científico e industrial relacionados à utilização de aditivos naturais na saúde animal (Gois et al. 2016). A quitosana é um biopolímero não tóxico e biodegradável que tem recebido atenção devido à sua potencial aplicação na medicina veterinária e preservação dos alimentos, notadamente, propriedades moduladoras do desenvolvimento bacteriano, fungos e leveduras (Kong et al. 2010). No entanto, a utilização de quitosana, como aditivo na alimentação animal, tem sido pouco estudada nos processos de digestão dos ruminantes com o objetivo de melhorar a retenção de nitrogênio, a eficiência alimentar e desempenho.

Considerando os benéficos quanto à utilização dos aditivos na alimentação animal, a quitosana, teve sua atividade antimicrobiana comprovada pela primeira vez por Allan e Hardwiger (1979), e de acordo com Tang et al. (2010) possui amplo espectro de ação com doses mínimas inibitórias contra bactérias gram-positivas e gram-negativas. Kumar et al. (2005), relataram que o mecanismo de ação da quitosana é similar aos ionóforos, pois vários estudos têm demonstrado que as bactérias gram-positivas são mais susceptíveis à quitosana do que as bactérias gram-negativas.

Alguns trabalhos como o de Araújo et al. (2015); Vendramini et al. (2016), entre outros, utilizaram a quitosana na alimentação de ruminantes e observaram diferenças na digestibilidade aparente total , com melhor eficiência no aproveitamento energético.

Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de quitosana sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso, síntese microbiana, medidas morfométricas e características de carcaça de cordeiros em confinamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local, animais e instalações

Esta pesquisa foi conduzida em estreita conformidade com a legislação brasileira sobre a pesquisa com o uso de animais e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais, da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, número de protocolo 16/2016. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos, pertencente à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA, de maio a novembro de 2016.

Os cordeiros foram mantidos em regime de confinamento durante 90 dias, precedidos de 15 dias destinados à adaptação às instalações, às dietas e ao manejo diário. Nessa fase receberam volumoso de feno de Tifton-85 *ad libitum*, e proporções crescentes das rações experimentais. Após esse período, os animais foram submetidos à fase experimental, composta por três períodos consecutivos de 30 dias, para a coleta de amostras e dados para a avaliação do consumo, digestibilidade dos nutrientes, desempenho e balanço de nitrogênio.

Foram utilizados sessenta 60 cordeiros da raça Santa Inês, com peso médio de  $20,6 \pm 2,2$  kg de PC, e idade de 04 a 05 meses. Eles foram devidamente vermifugados, vacinados (raiva e clostridioses), suplementados (complexo vitamínico ADE) e, posteriormente, identificados. Os animais foram aleatoriamente distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), e alojados em baias individuais, cobertas, com piso ripado e suspenso, com área/baia de 1 m<sup>2</sup>, equipadas com bebedouros e cochos de alimentação, de modo que houve acesso irrestrito à água e às dietas durante todo o período experimental.

### Dieta experimental e manejo

As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas (16% de PB), (Tabela 1) segundo as recomendações do National Research Council (NRC, 2007), de modo a atender as exigências nutricionais para cordeiros com ganhos de peso estimados de



200g/dia. As dietas experimentais foram assim compostas: 1) Dieta sem adição de quitosana; 2) Dieta com inclusão de 136 mg de quitosana/kg de peso corporal; 3) Dieta com inclusão de 272 mg de quitosana/kg de peso corporal. Os alimentos ofertados diariamente foram pesados em balança digital e o fornecimento era ajustado de forma que as sobras representassem aproximadamente 10% da quantidade de matéria seca fornecida. Durante todo período experimental foram coletadas, semanalmente, amostras dos ingredientes e das dietas, as quais foram quarteadas, e posteriormente acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer a -20°C, para posterior análise bromatológica.

**Tabela 1.** Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais contendo diferentes doses de quitosana para cordeiros em confinamento

Ingredientes (% MS)	Dieta
Feno	50,00
Milho moído	18,40
Farelo de Soja	14,50
Caroço de Algodão	15,00
Ureia	0,60
Mistura Mineral <sup>1</sup>	1,50
<b>Nutrientes</b>	
Matéria seca (% MN)	88,56
Matéria orgânica (% MS)	92,99
Matéria mineral (% MS)	6,55
Proteína bruta (% MS)	15,18
Extrato etéreo (% MS)	4,61
Fibra em detergente neutro (% MS)	46,73
FDNcp (% MS)	41,35
Fibra em detergente ácido (% MS)	24,22
Carboidratos totais (% MS)	72,89
Carboidratos não fibrosos (% MS)	25,68
Nutrientes digestíveis totais (% MS)	67,84

MS: Matéria Seca, mg: miligrama, kg: quilograma, PC = Peso Corporal, FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas. <sup>1</sup>Níveis de garantia (por kg de produto): cálcio 120,00 g; fósforo 87,00 g; sódio 147,00 g; enxofre 18,00 g; cobre 590,00 mg; cobalto 40,00 mg; cromo 20,00 mg; ferro 1.800,00 mg; iodo 80,00 mg; manganês 1.300,00 mg; selênio, 15,00 mg; zinco 3.800,00 mg; molibdênio 300,00 mg; flúor máximo 870,00 mg; Solubilidade do fósforo (P) em ácido cítrico a 2% mínimo - 95%.

Os cordeiros foram alimentados duas vezes ao dia, às 09h00min e às 16h00min horas, na forma de mistura completa, relação volumoso:concentrado de 50:50. O feno

de capim Tifton-85 (*Cynodon sp*) foi moído em partículas de aproximadamente 5cm. O concentrado foi constituído de grão de milho moído, farelo de soja, ureia, suplemento mineral específico para ovinos e caroço de algodão.

### **Composição química, consumo e digestibilidade**

O ensaio de digestibilidade ocorreu entre o 30° e 37° e entre o 60° e 67° dias do período experimental. Assim, os três primeiros dias foram destinados à adaptação dos cordeiros às bolsas coletoras seguido de cinco dias subsequentes de coleta total de fezes. Entre o 33° e 37° e 60° e 67° dias do confinamento, foi realizada a coleta de fezes diretamente das bolsas coletoras em 30 animais, sendo 10 para dieta controle, 10 na dieta com inclusão de 136 mg/kg de PC e os outros 10 submetidos a dieta com inclusão de 272 mg/kg de PC , duas vezes ao dia (08:00 e 15:00 horas). Em seguida, foi registrada a produção total de fezes de cada animal sendo retiradas alíquotas de aproximadamente 10% do total coletado, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos individuais identificados e armazenadas em freezer a -20°C. Durante o ensaio de digestibilidade as amostras dos alimentos fornecidos e sobras foram coletadas diariamente. Para análise do fornecido, foram coletadas semanalmente amostras de ingredientes e sobras.

Após o descongelamento, amostras do volumoso, dos concentrados, das sobras, ingredientes e das fezes foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas. Em seguida, trituradas em moinhos de faca tipo Willey com peneira de 1 mm, armazenadas em frascos plásticos com tampa e etiquetados, prontas para as análises laboratoriais.

Dessa forma, conforme metodologia descrita na AOAC (1990) foi realizada as determinações dos teores de matéria seca (método 967.03), matéria mineral (método 942.05), proteína bruta (método 981.10), e extrato etéreo (método 920.29), de todas as amostras de alimentos e sobras. Em todas elas, os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram obtidos conforme Van Soest et al. (1991) e os teores de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e ácido (PIDA) segundo Licitra et al. (1996).. A lignina foi determinada por meio de tratamento do

resíduo de fibra em detergente ácido com ácido sulfúrico a 72%, de acordo com Silva e Queiroz (2002).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados conforme Sniffen et al. (1992), como:  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ , em que: CT = carboidratos totais (%MS); PB = teor de PB (%MS); EE = teor de EE (%MS); MM = teor de MM (%MS).

Os teores de CNF em amostras de alimentos, sobras e fezes foram estimados por meio da equação proposta por Hall (2003), sendo:  $CNF_{CP} = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM + FDN_{cp})$ , em que: CNF = teor estimado de CNF (%MS); PB = teor de PB (%MS); EE = teor de EE (extrato etéreo) (%MS); MM = teor de MM (%MS);  $FDN_{cp}$  = teor de FDN corrigido para cinzas e proteína (%MS).

Para a determinação do consumo de nutrientes, as sobras foram recolhidas e pesadas diariamente, sendo o consumo determinado por meio da subtração do total de cada nutriente contido nos alimentos ofertados e o total de cada nutriente contido nas sobras.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, carboidratos não-fibrosos e nutrientes digestíveis totais, foram mensurados por meio da relação do que foi consumido de cada nutriente e sua respectiva excreção fecal, a partir da seguinte equação:

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

### **Excreção urinária e síntese proteína microbiana**

No 18º, 20º e 22º dia do terceiro período experimental, foram coletadas amostras de urina dos animais, cerca de quatro horas após o fornecimento matinal da alimentação. Por meio de micção espontânea, a urina foi coletada com auxílio de copos plásticos, e ao final de cada coleta as amostras foram filtradas em gaze, retirando-se uma alíquota de 10 mL de urina. Posteriormente, as amostras foram diluídas em 40 mL de solução de ácido sulfúrico a 0,036N (Valadares et al., 1999). Em seguida, foram acondicionadas em frascos plásticos identificados e armazenadas a -20°C destinadas à quantificação das concentrações urinárias de creatinina.

A excreção diária de creatinina (mg/kg de PC) foi determinada pela multiplicação da concentração de creatinina pelo peso corporal médio de cada cordeiro dividido pela concentração de creatinina (mg/L), como demonstrado a seguir:

$$\text{EDC} = \text{CCT (mg/L)} \times \text{VU (L)} / \text{PC (kg)}$$

Onde: EDC = excreção diária de creatinina (mg/L) (coleta total); VU = o volume urinário; PC = peso corporal do animal (kg).

Foi considerado que cada animal excreta 17,05 mg de creatinina por kg de peso corporal e a partir da concentração de creatinina na amostra spot na urina, calculou o volume diário excretado como demonstrado a seguir:

$$\text{VU (L)} = \text{EDC} / \text{CC}_{\text{spot}}$$

As amostras de urina foram destinadas à quantificação das concentrações urinárias de ureia, creatinina, nitrogênio total, alantoina, ácido úrico, xantina e hipoxantina. As concentrações de creatinina e ácido úrico na urina e ureia na urina foram determinadas utilizando-se kits comerciais (Bioclin)<sup>®</sup>. As análises de alantoina na urina foram feitas pelo método colorimétrico, descrito por Chen e Gomes (1992). Ambas as análises foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Animal da UESB. A conversão dos valores de ureia em nitrogênio ureico foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,4667.

A excreção total de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantoina, ácido úrico, xantina e hipoxantina presentes na urina, expressas em 58 mmol/dia. As purinas absorvidas (X, mmol/ dia) foram estimadas a partir da excreção de derivados de purinas (Y, mmol/ dia), por intermédio da equação proposta por Chen; Gomes (1992), para ovinos:  $Y = 0,84X + (0,150 \text{ PV}0,75e^{-0,25X})$ , em que, 0,84 e a eficiência de absorção de purinas exógenas, 0,150 PV0,75 referem-se à excreção endógena de derivados de purinas, e  $e^{-0,25X}$  a taxa de substituição da síntese de novo por purinas endógenas.

A avaliação do teor de nitrogênio nas amostras do material consumido, das fezes e da urina foi realizada segundo metodologia descrita pela AOAC (1990). A retenção de nitrogênio (N-retido, g/dia) será realizada por meio da seguinte fórmula:

$$\text{N-retido} = \text{N ingerido (g)} - \text{N nas fezes (g)} - \text{N na urina (g)}$$

A síntese ruminal de proteína microbiana (g NMic/ dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/ dia), utilizando-se a equação descrita por Chen e

Gomes (1992):  $N_{Mic} = 70x / (0,83 \times 0,116 \times 1000)$  em que 70 é o conteúdo de N de purinas (mg N/ mmol), 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116 e a relação N purina:N total nas bactérias.

## **Desempenho**

O desempenho dos cordeiros foi calculado por meio das pesagens individuais dos animais, as quais foram realizadas no início do experimento e a cada 24 dias para a obtenção do ganho médio diário (GMD). As pesagens foram realizadas sempre pela manhã, após o período de jejum de sólidos de aproximadamente 16 horas. Para o cálculo do ganho médio diário (GMD) os cordeiros foram pesados antes do jejum de alimento sólido de 16 horas para a obtenção do peso corporal final ou peso pré-abate (PPA). O cálculo do GMD foi obtido pela fórmula:  $GMD = (\text{Peso corporal final em jejum} - \text{Peso corporal inicial em jejum}) / \text{dias em confinamento}$ .

De posse do consumo diário total de matéria seca (CMS total) e do ganho médio diário (GMD), foi possível calcular a conversão alimentar (CA) dos animais, bem como o seu inverso, a eficiência alimentar (EA), por meio das fórmulas que seguem:

$$CA = CMS \text{ total} / GMD$$

$$EA = GMD / CMS \text{ total}$$

Onde: CA = conversão alimentar, em kg MS ingerida/kg ganho; CMS total = consumo diário total de matéria seca; GMD = ganho médio diário, em  $\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ ; EA = eficiência alimentar, em kg de ganho por kg de matéria seca ingerida.

## **Abate e morfometria da carcaça**

Para avaliação das variáveis qualitativa e quantitativa da carcaça, os animais, após 90 dias de confinamento, foram submetidos a jejum de dieta sólida por 16 horas e pesados para determinação do peso corporal final. No dia seguinte, os animais foram transferidos para frigorífico comercial, localizado no município de Pintadas – Bahia, passando por novo período de jejum e descanso de 16 horas, sendo novamente pesados para a obtenção do peso corporal de abate e abatidos de acordo com as normas vigentes

preconizadas pela Instrução Normativa do Ministério da Agricultura e Abastecimento - Secretaria de Defesa Agropecuária (BRASIL, 2000).

O abate foi realizado após a insensibilização dos animais por eletronarcore, seguida de sangria através da secção das veias jugulares e as artérias carótidas, cujo sangue foi coletado e pesado. Posteriormente, foi procedida a esfolagem, na qual foi retirada a cabeça (secção na articulação atlanto-occipital) e as patas (secção nas articulações do carpo e tarso-metatarsianas), pesando esses componentes, e evisceração. Nessa parte do abate, contabilizaram-se os pesos do trato gastrointestinal (TGI). A bexiga (B) e a vesícula biliar (VB) foram esvaziadas e as carcaças lavadas para a obtenção do peso corporal vazio (PCVZ), *toilet* e pesagem para a determinação do peso da carcaça quente (PCQ) (Cezar e Sousa, 2007). Em seguida, as carcaças foram resfriadas em câmara fria por 24 horas a  $\pm 4^{\circ}\text{C}$ , penduradas pelo tendão calcâneo comum. Decorrido o período de 24 horas, as carcaças foram pesadas para obtenção do peso da carcaça fria (PCF).

Após esse período, avaliou-se, de acordo com César e Souza (2007), as medidas morfométricas das carcaças: comprimento de carcaça (distância máxima entre o bordo anterior da sínfise ísquio pubiana e o bordo anterior da primeira costela em seu ponto médio); comprimento da perna (distância entre o períneo e o bordo anterior da superfície articular tarso-metatarsiana); profundidade da perna (maior distância entre o bordo proximal e distal da perna); largura do peito (realizado com paquímetro e mensurado na meia-carcaça sobre a ponta do esterno e as vértebras dorsais) e profundidade do peito (distância máxima entre o esterno e o dorso da carcaça na posição da sexta vértebra torácica).

Todas as medidas de comprimento, altura e perímetro foram tomadas utilizando-se fita métrica, e as de largura e profundidade, com auxílio de compasso, cuja abertura registrada foi mensurada com régua. Em seguida, foi realizada na carcaça a avaliação subjetiva da conformação, acabamento e do estado de engorduramento, segundo metodologia descrita por Cezar e Souza (2007).

Após a pesagem das carcaças frias, realizou-se a divisão longitudinal das mesmas conforme a metodologia de Silva Sobrinho e Osório (2008), sendo as meias carcaças esquerdas seccionadas e realizados os seguintes cortes comerciais: pescoço (separado da carcaça por meio corte oblíquo em sua extremidade inferior entre a última vértebra cervical e primeira torácica, compreendendo, assim, as sete vértebras cervicais); paleta (obtida pela desarticulação dos tecidos que unem a escápula e o úmero

à região torácica formada pelas seis primeiras vértebras torácicas e a porção superior das seis primeiras costelas); costelas (corte comercial que compreende as 13 vértebras torácicas, com as costelas correspondentes e o esterno); lombo (obtido perpendicularmente à coluna, entre a 13ª vértebra dorsal-primeira lombar e a última lombar-primeira sacral) e perna (separada da carcaça através da sua extremidade superior entre a sétima vértebra lombar e a primeira vértebra sacral, por meio da secção do flanco).

À proporção que foram realizados os cortes comerciais e que esses foram sendo retirados da carcaça, foi realizada a pesagem de cada um deles, separadamente. Em seguida, o peso dos cinco cortes comerciais foi somado a fim de se determinar o peso da meia-carcaça fria reconstituída (PMCFR), segundo proposto por Cezar e Souza. (2007).

### **Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância em delineamento inteiramente casualizado, por meio do comando PROC MIXED, do programa estatístico Statistical Analysis System 9.0 (SAS, 2009). Contrastes polinomiais foram utilizados para obter efeito linear ou quadrático das dietas, considerando um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito na inclusão de quitosana sobre os consumos de MS (kg e % PC, % peso metabólico-PM), FDN (kg e % PC), PB, EE, MO, CNF e NDT nos cordeiros confinados (Tabela 2). O consumo de MS e FDN (% PC) variaram entre 3,45 a 3,59 % do PC da MS e 1,31 e 1,32 % PC de FDN.

**Tabela 2.** Efeito da dieta adicionada de quitosana sobre o consumo e digestibilidade de cordeiros confinados

Item	Quitosana (mg/kg PC) <sup>1</sup>			EPM <sup>1</sup>	Valor - P <sup>2</sup>	
	0	136	272		Linear	Quadrático
<u>Consumo</u>						
MS (kg)	1,07	1,13	1,11	0,021	0,447	0,340
MS (%PC)	3,45	3,59	3,57	0,054	0,408	0,482
MS (% PM)	81,54	85,29	84,28	1,288	0,397	0,404
MO (kg)	1,04	1,11	1,08	0,021	0,446	0,276
PB (kg)	0,18	0,19	0,18	0,003	0,512	0,339
EE(kg)	0,05	0,06	0,05	0,001	0,514	0,382
FDN (kg)	0,39	0,42	0,40	0,008	0,569	0,321
FDN (%PC)	1,31	1,32	1,32	0,018	0,808	0,963
CNF (kg)	0,32	0,35	0,35	0,007	0,213	0,213
NDT (kg)	0,68	0,73	0,65	0,029	0,709	0,346
<u>Digestibilidade (%)</u>						
MS	66,36	72,22	63,49	11,260	0,301	0,004
MO	69,10	74,26	66,18	1,149	0,247	0,004
PB	73,91	78,25	72,96	0,925	0,653	0,012
EE	83,23	89,00	83,91	0,932	0,743	0,003
FDN	42,91	50,75	42,58	1,662	0,934	0,020
CNF	82,33	86,67	80,01	1,051	0,327	0,011
NDT	61,42	63,20	59,03	1,193	0,511	0,006

<sup>1</sup>Erro padrão da média, <sup>2</sup>Valor de probabilidade significativa ao nível de 5%. MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: Fibra em detergente neutro; CNF: carboidratos não fibrosos; NDT: nutrientes digestíveis totais.

Os valores para o consumo de MS estão abaixo dos reportados por Vieira et al. (2013), que encontraram valores de 4,1% PC, para ovinos em confinamentos. Porém essa diferença pode estar relacionada à maior proporção de concentrado (60%), tendo influência direta sobre o consumo. Para os valores de FDN (%PC) estão acima dos preconizados por Van Soest (1994) que variam de 0,8 a 1,2% PC, mas o autor ressalta



que esses valores podem ser maiores, conforme os observados nesta pesquisa, em função da densidade energética da dieta, haja vista que essa tem relação direta com o nível de concentrado.

Ao utilizar a quitosana, esperava-se melhoria no aproveitamento energético advindo da dieta, pois essa de acordo Goiri et al. (2010), Kong et al. (2010), Vendramini et al. (2016) e Gandra et al. (2016), observaram acréscimo do propionato, com adição de quitosana, simultaneamente com diminuição do metano. Contudo essa alteração nos AGCC (ácidos graxos cadeia curta), não foi suficiente para determinar diferenças no consumo.

De contra partida, os valores para digestibilidade dos componentes nutricionais (MS, PB, EE, MO, CNF, e NDT) apresentaram efeito quadrático ( $P < 0,05$ ). Observou-se menor digestibilidade no nível de inclusão de 272 mg de quitosana/kg de PC. Foi estimado maiores valores para digestibilidade da PB e MS nas doses de 121,5 e 129,75 mg/kg de PC com coeficientes de 78,33 e 73,09%, respectivamente. O mecanismo pelo qual alterou de forma quadrática a digestibilidade da PB, pode estar relacionado à quantidade de aminoácidos que escapam a fermentação ruminal e a absorção de peptídeos no duodeno (Garcia-Rodriguez et al., 2011). Chalupa (1980) e Horton (1980) reportam ainda, a capacidade da quitosana em reduzir a desaminação ruminal, explicado pela redução na concentração de ácido graxo cadeia ramificada (isobutirato e isovalerato), que são produtos da desaminação ruminal.

Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para o coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro. Esse comportamento pode estar relacionado à queda do pH, como foi observado por Erfele et al. (1982) e Calsamiglia et al. (2002) em função da redução da atividade fermentativa pela população fibrolítica. Benediktsdóttir et al. (2014) avaliando a quitosana “*in vitro*”, observaram que, em virtude da redução do pH, ela pode facilitar a permeabilidade de epitélios, por mecanismo não bem elucidados, o que pode proporcionar a melhora da digestibilidade. Na presente pesquisa estima-se que a dose de 148 mg/kg de PC de quitosana proporcionou maior digestibilidade da FDN, enquanto Goiri et al. (2010) avaliando a inclusão de quitosana na dieta para ovinos, mesmo que em categorias diferentes, não observaram diferença no consumo de matéria seca, conforme os efeitos observados no presente estudo. Porém ao adicionar doses crescentes de quitosana Araújo et al. (2015) relataram aumento da digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro em bovinos Nelore, avaliando

0, 50, 100 e 150 mg de quitosana/kg de PC, ou seja, muito próximo do nível estimado na presente pesquisa (148 mg/kg de PC), quanto a melhoria da digestibilidade da fibra em detergente neutro.

As pesquisas com animal e uso de quitosana ainda é incipiente, diante da potencialidade de seu uso. Mas fazendo uma analogia dos trabalhos, mesmo que em espécie animal diferente, é notória a dinâmica de ação desse aditivo, conforme observado neste estudo juntamente com os demais, acima relatados, garantindo uma melhoria na digestibilidade dos nutrientes, sem alterar o consumo.

O nitrogênio (N) das fezes e da urina, não foi influenciado ( $P>0,05$ ) entre as dietas com e sem inclusão de quitosana para cordeiros confinados (Tabela 3). No entanto para o N ingerido (g/dia) foi observado efeito quadrático ( $P<0,05$ ) em função dos níveis de quitosana, em que os maiores valores de N ingerido foram estimados no nível de 142 mg de quitosana/kg de PC. O N retido também apresentou efeito quadrático ( $P<0,05$ ), tendo como valor máximo estimado de 152 mg de quitosana/kg de PC o que proporcionou maior retenção do nitrogênio.

**Tabela 3.** Balanço de nitrogênio e síntese microbiana de cordeiros alimentados em função do nível de quitosana da dieta

Item	Quitosana (mg/kg de PC)			EPM <sup>1</sup>	Valor - P <sup>2</sup>	
	0	136	272		Linear	Quadrático
N Ingerido (g/dia)	29,10	32,90	28,84	0,886	0,901	0,037
N Fezes (g/dia)	7,53	6,71	8,12	0,326	0,448	0,116
N Urina(g/dia)	1,03	0,95	0,80	0,123	0,468	0,881
N Retido (g/dia)	20,95	24,52	19,19	0,759	0,288	0,002
Síntese Microbiana						
g Pmic/dia	58,30	62,30	28,40	9,877	0,163	0,007
g Pmic/kg de NDT	93,82	95,60	45,68	18,785	0,272	0,034

<sup>1</sup>Erro padrão da média, <sup>2</sup>Valor de probabilidade significativa ao nível de 5%. PC: peso corporal; N: nitrogênio, Pmic: proteína microbiana, NDT: nutrientes digestíveis totais.

Diante desses valores, pode-se inferir uma melhor eficiência na dinâmica do N para síntese microbiana (gPMIC/dia) no nível estimado de 152 mg/kg de PC de quitosana, uma vez que os animais tiveram uma maior retenção diária de N em valores percentuais de 14,5 e 21,7% a mais quando comparados a dieta controle e 272 mg/kg de PC, respectivamente, o que pode ser explicado pela decorrência de um maior aproveitamento da energia disponível, maior digestibilidade dos nutrientes que

resultaram em maiores proporções de nutrientes digestíveis totais, pela ação da quitosana na fermentação ruminal.

A síntese microbiana também apresentou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) nos níveis quitosana. No entanto alguns autores (Dell Vale, 2014; Araújo et al., 2015; Mingoti et al., 2016) não encontraram influência das doses de quitosana sobre essa variável. Esse comportamento pode ser explicado pela interação iônica do grupo amino da quitosana e a superfície das bactérias, carregada positivamente, causando a desestabilização da permeabilidade da membrana afetando as vias de geração de energia (Helender et al., 2001; Raafat et al., 2009; Kong et al., 2010), que possivelmente pode estar relacionado a flutuação do pH ruminal.

A síntese de proteína microbiana depende, em grande parte, da disponibilidade de carboidratos e nitrogênio no rúmen (Clark et al., 1992; NRC, 2001) uma vez que o crescimento microbiano é maximizado pela sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o nitrogênio degradável no rúmen (Russell et al., 1992). No entanto, o maior nível de quitosana (272 mg/kg de PC) se mostrou a menos eficiente no balanço de N, o que pode estar relacionado à menor concentração de  $N-NH_3$ , haja vista que duas espécies de bactérias gram-negativa, com grande capacidade de produção de amônia ruminal, mostraram-se sensíveis à monoensina sódica (Russel e Strobel, 1988). Partindo do pressuposto de semelhanças no padrão de fermentação ruminal entre e ionóforos e quitosana (Calsamiglia et al., 2007; Goiri et al., 2010), o maior nível (272 mg/kg de PC) possivelmente afetaram o desenvolvimento das respectivas bactérias.

Contudo, segundo Santos (2016) há uma correlação positiva entre o balanço de nitrogênio e o GMD, pois esse balanço positivo ocorre maior retenção de N suficiente para atender as exigências de proteína metabolizável, porém no presente estudo o GMD, não foi influenciado pelo balanço positivo.

Para Zeoula et al. (2008) o processo de intensificação da fermentação ruminal pode ser obtido através da razão entre maximização e minimização de reações ruminais, que dependem do tipo e do teor da dieta, do desempenho animal e dos compostos utilizados na modulação da fermentação ruminal. Dessa forma, pode ter havido uma pontecialização de sua ação antimicrobiana, que segundo Kong et al. (2010), maiores níveis podem afetar a síntese microbiana.

Não se observou diferença ( $P > 0,05$ ) no ganho médio diário (GMD), conversão alimentar (CA) e eficiência de alimentação (EA) dos animais em função dos níveis de

quitosana (Tabela 4). Esse comportamento pode estar relacionado à similaridade do peso dos animais (inicial e de abate), assim como, o consumo de MS e dos nutrientes, que não foram alterados pelo uso em diferentes níveis de quitosana, mesmo apresentado um balanço de nitrogênio positivo.

Ao introduzir um alimento alternativo ou aditivo na ração para animais é necessário avaliar as características da carcaça, pois são muitos os fatores que afetam a composição tecidual e o crescimento animal. O nível nutricional em que é submetido o animal influencia, de forma preponderante, o rendimento da carcaça e nas proporções teciduais (Cunha et al., 2008).

**Tabela 4.** Desempenho e característica da carcaça de cordeiros alimentados em função do nível de quitosana na dieta

Item	Quitosana (mg/kg PC)			EPM <sup>1</sup>	Valor - P <sup>2</sup>	
	0	136	272		Linear	Quadrático
Peso vivo inicial (kg)	23,10	23,96	23,94	-	-	-
Peso ao abate (kg)	38,90	40,03	38,21	0,606	0,650	0,256
GMD (g/dia)	189,64	200,36	189,82	0,003	0,983	0,169
CA	5,60	5,74	5,97	0,138	0,283	0,874
EA	0,18	0,17	0,17	0,004	0,185	0,263
PCQ (kg)	16,91	17,31	17,25	0,287	0,634	0,705
PCF (kg)	16,77	17,11	17,12	0,281	0,619	0,730
RC (%)	43,07	42,78	42,57	0,238	0,411	0,938
Cauda %	1,70	1,59	1,73	0,030	0,657	0,059
Pescoço %	10,14	10,37	9,75	0,125	0,207	0,112
Paleta %	18,94	18,32	18,68	0,122	0,385	0,062
Costela%	26,66	27,24	27,23	0,189	0,232	0,463
Lombo %	14,96	14,93	14,42	0,150	0,144	0,463
Pernil %	28,12	28,56	27,89	0,209	0,660	0,217

<sup>1</sup>Erro padrão da média, <sup>2</sup>Valor de probabilidade significativa ao nível de 5%. PC: peso corporal, GMD: ganho médio diário; CA: conversão alimentar; RC: rendimento de carcaça (PCF/peso ao abate\*100); PCQ: peso de carcaça quente; PCF: peso de carcaça fria.

Contudo, nesse estudo o peso da carcaça quente (PCQ) e o peso da carcaça fria (PCF) e rendimento de carcaça (RC) não foram influenciados pelas dietas (controle e inclusão de 136 e 272 mg/kg de PC) ( $P > 0,05$ ) o que pode ser explicado pela similaridade no desempenho (ganho médio diário) em função da dieta isoproteica, e a uniformidade dos animais. Assim o rendimento dos cortes (%): cauda, pescoço, paleta, costela, lombo e pernil em relação à carcaça, também não foram influenciados pela

adição de quitosana ( $P > 0,05$  provavelmente pela igualdade no rendimento de carcaça, peso da carcaça quente e peso da carcaça fria).

As variáveis morfométricas: comprimento interno e externo da carcaça, comprimento e circunferência da perna, largura do tórax e garupa, profundidade tórax, perímetro do peito e garupa, além da conformação, acabamento e engorduramento, avaliadas 24h após o abate, devidamente armazenadas em câmara fria (Tabela 5), não foram influenciados pela adição de quitosana em diferentes níveis de quitosana (136 e 272 mg/kg de PC) na dieta de cordeiros, o que pode ser explicado, também, pela semelhança dos pesos inicial e de abate, peso da carcaça (quente e frio), e rendimento de carcaça.

**Tabela 5.** Morfometria da carcaça de cordeiros confinados alimentados em função do nível de quitosana na dieta

Item	Quitosana (mg/kg de PC)			EPM <sup>1</sup>	Valor - P <sup>2</sup>	
	0	136	272		Linear	Quadrático
Comprimento externo (cm)	54,15	53,47	53,84	0,369	0,737	0,515
Comprimento interno (cm)	59,15	58,21	58,83	0,283	0,643	0,195
Comprimento da perna (cm)	39,42	39,89	39,35	0,233	0,902	0,314
Circunferência da perna (cm)	38,47	38,55	38,68	0,294	0,777	0,963
Largura tórax (cm)	72,15	72,20	71,57	0,369	0,537	0,672
Largura garupa (cm)	47,50	47,90	48,00	0,338	0,562	0,835
Profundidade do tórax (cm)	25,12	25,42	24,96	0,123	0,600	0,155
Perímetro peito (cm)	16,29	16,64	16,48	0,146	0,610	0,414
Perímetro da garupa (cm)	16,18	15,84	15,93	0,103	0,325	0,324
Conformação	2,92	2,83	2,88	0,036	0,723	0,379
Acabamento	2,77	2,82	2,81	0,041	0,692	0,737
Engorduramento	2,30	2,15	2,25	0,076	0,793	0,449

<sup>1</sup>Erro padrão da média, <sup>2</sup>Valor de probabilidade significativa ao nível de 5%. PC: peso corporal.

A semelhança para medidas morfométricas da carcaça dos animais nas dietas com os diferentes níveis de quitosana é explicada pela lei da harmonia anatômica,

reportada por Boccard e Drumond (1960), segundo a qual, em carcaças de pesos e quantidades de gordura similares, praticamente todas as regiões corporais se encontram em proporções semelhantes.

## CONCLUSÕES

A utilização da quitosana no nível estimado entre 121,5 a 152 mg/kg de PC proporciona melhora na digestibilidade da proteína bruta, matéria seca e fibra em detergente neutro, além de aumentar o balanço de nitrogênio e síntese microbiana. Porém o consumo, desempenho, características da carcaça e morfometria não são influenciados pelo uso de quitosana na dieta de cordeiros confinados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN, C.R.; HADWIGER, L.A. The fungicidal effects of chitosan on fungi and varying in cell wall composition. **Experimental Mycology**, v.3, p.285-287, 1979.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of official Analytical chemists**. 15.ed., Arlington, 1990, 1018 p.

ARAÚJO, P.C.; VENTURELLI, B.C.; SANTOS, M.C.B.; GARDINAL, R.; CONSOLO, N.R.B.; CALOMENI, G.D.; FREITAS, J.E.; BARLETTA, R.V.; 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.

BENEDIKTSDÓTTIR, B.E.; BALDURSSON, O.; MÁSSON, M. Challenges in evaluation of chitosan and trimethylated chitosan (TMC) as mucosal permeation enhancers: From synthesis to in viro application. **Journal of Controlled Release**, v.173, p.18-31, 2014.

BOCCARD, R.; DRUMOND, B. L. Etude de la production de la viande chez le ovins and variation de l'importance relative de differents régions corporelles de l'agneaus de boucgerie. In: ANNALES DE ZOOTECHINE, 9., 1960, Paris. **Anais...** Paris, 1960. p.355-365.

BRASIL, **Ministério da Pecuária e Abastecimento**. Instrução normativa n. 3, de 17 de Janeiro de 2000. Aprova o regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. 2000.

CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; DEVANT, M. Effects of pH and pH fluctuations on microbial fermentation and nutrient flow from a dua-flow continuous culture system. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.574-579, 2007.

CHALUPA, W. 1980. **Chemical control of rumen microbial metabolism**. In: Ruckebusch, Y., Thivend, P. ed. Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. Westport: AVI Publishing Co., 1980. p.325-347.

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details (Occasional publication). **International feed resources unit**. Bucksburnd, Aberdeen:Rowett Research Institute. 21p. 1992.

CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. Avaliação e utilização da condição corporal como ferramenta de melhoria da reprodução e produção de ovinos e caprinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.541-565, 2006. (suplemento especial).

CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1992.



CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, M.C. 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.

DELL VALLE, T.A. **Quitosana associada a fonte de lipídeos na alimentação de vacas em lactação**. 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

ERFLE, J.D.; BOILA, R.J.; TEATHER, R.M.; MAHADEVAN, S.; SAUER, F. Effect of pH on fermentation characteristics and protein degradation by rumen microorganism in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.65, p.1457-1464, 1982.

GANDRA, J.R.; TAKIYA, C.S.; OLIVEIRA, E.R.; PAIVA, P.G.; GOES, R.H.T.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.; 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**, v.88, n.2, p.749-755, 2010.

GOIS, F.D.; CAIRO, P.L.G.; CANTARELLI, V.S.; COSTA, L.C.B.; FONTANA, R.; ALLAMAN, I.B.; SBARDELLA, M.; CARVALHOJÚNIOR, F.M.; COSTA, L.B. Effects of Brazilian red pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) essential oil on performance, diarrhea and gut health of weanling pigs. **Livestock Science**.v.183, p.24-27, 2016.

HELANDER, I.M., NURMIAHO-LASSILA, E.L., AHVENAINEN, R., RHOADES, J., ROLLER, S. Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of Gram-negative bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, v.71, p.235-244, 2001.

HORTON, G. M. J., 1980. Use of feed additives to reduce ruminal methane production and deaminase activity in steers. **Journal of Animal Science**, v.50, p.1160-1164, 1980.

KONG,M.; CHEN, X.G.; XING, 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.

KUMAR, A.B.V.; VARADARAJ, M.C.; GOWDA, L.R.; THARANATHAN, R.N. Characterization of chito-oligosaccharides prepared by chitosanolytic with the aid of papain and Pronase, and their bactericidal action against *Bacillus cereus* and *Escherichia coli*. **The Biochemical Journal**, v.391, p.167-175, 2005.

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**, n.187, p.35-39, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Seventh Revised Edition, Washington-D.C., 2001, 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D.C.: The National Academy Press, 2007. 362p.

RAAFAT, D.; SAHL, H.G. Chitosan and its antimicrobial potential – a critical literature survey. **Microbial Biotechnology**, v.2, p.186-201, 2009.

RUSSEL, J.B.; STROBEL, H.J. Effects of additives *omn vitro* ruminal fermentation a comparasion of monensin and bacitracin, another gram-positive antibiotic. **Journal of Animal Science**, v.66, p.552-558, 1988.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.

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

SANTOS, E.J. **Extrato alcaloídico foliar e farelo de Algaroba como aditivos em dietas para Cordeiros**. 2016. 952f. Tese (Doutorado em Zootecnia: Concentração Produção de Ruminantes) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2016.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.

SILVA SOBRINHO, A.G.; OSÓRIO, J.C.S. **Aspectos quantitativos da produção de carne ovina**. 1ª ed. Jaboticabal: Funep, 228 p., 2008.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS/STAT User's Guide**. Version 9.2. Cary, NC: SAS Institute, 2009.

TANG, H.; ZHANG, P.; KIEFT, T.L.; RYAN, S.J.; BAKER, S.M.; WEISMANN, W.P. et al. Antibacterial action of a novel functionalizes chitosa-arginine against gram-negativa bacteria. **Acta Biomaterialia**, v.6, p.2562-2571, 2010.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell 342 University Press, 1994. 476p.

VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

VENDRAMINI, T.H.A.; TAKIYA, C.S.; SILVA, T.H.; ZANFERARI, F.; et al. Effects of a blend of essential oils, chitosan or monensin on nutrient intake and digestibility of lactating dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.214, p.12-21, 2016.

ZEOULA, L.M.; BELEZE, J.R.F.; GERON, L.J.V.; MAEDA, E.M.; PRADO, I.N.; PAULA, M.C. Digestibilidade parcial e total de rações com inclusão de ionóforo ou probiótico para bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.563-571, 2008.

## IV – CAPÍTULO II

### PERFIL QUALITATIVO DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETA COM DIFERENTES NÍVEIS DE QUITOSANA

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar as características físico-químicas, centesimal e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros confinados com dietas contendo quitosana. Foram utilizados 60 ovinos mestiços da raça Santa Inês, com peso corporal médio de  $23,6 \pm 2,2$  kg, devidamente desverminados, adaptados e identificados, distribuídos no delineamento inteiramente casualizado (DIC), em três dietas com e sem inclusão de quitosana (0, 136 e 272 mg/kg de quitosana/ peso corporal) e 20 repetições. O experimento durou 90 dias e as avaliações foram realizadas no músculo *Longissimus dorsi* de experimento. O uso da quitosana nas dietas não influenciou ( $P>0,05$ ) a área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea, perda por cocção, força de cisalhamento, e cor da carne. Houve efeito linear decrescente ( $P=0,022$ ) no pH (tempo 0) em função dos níveis de quitosana. A composição centesimal não foi afetada ( $P>0,05$ ) pelos níveis de quitosana na dieta. Os ácidos graxos saturados, a exceção do C 15:0 iso (Pentadecanóico) que apresentou efeito quadrático ( $P=0,018$ ), não foram afetados ( $P>0,05$ ) pela quitosana. Houve efeito quadrático ( $P=0,012$ ,  $0,015$  e  $0,008$ ) dos ácidos graxos insaturados de 18 carbonos (C 18:1 cis 11,12 e 13, respectivamente) em função dos níveis de quitosana, em que as maiores concentrações foram nos níveis de 136 mg/kg de PC. De forma similar, a proporção dos ácidos graxos saturados e insaturados também apresentou efeito quadrático ( $P=0,001$ ) com aumento e diminuição das proporções, respectivamente, no nível de inclusão de 136 mg/kg de PC. Porém a relação ácido graxo insaturado/saturado não foi observado efeito ( $P<0,05$ ) entre as dietas. O nível de inclusão de 136 mg/kg de PC aumenta os teores dos ácidos graxos C 18:1 cis 11,12 e 13, ácido vacênico, bem como a proporção de ácidos graxos insaturados na carne de cordeiros confinados.

**Palavras - chave:** Ácidos graxos, composição centesimal, ovinos

## IV - CHAPTER II

### QUALITATIVE PROFILE OF LAMBS MEAT FED DIETS WITH DIFFERENT LEVELS OF CHITOSAN

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate the physico-chemical, centesimal and fatty acid profile of lambs confined to diets containing chitosan. A total of 60 crossbred Santa Inês sheep, with a mean body weight of  $23.6 \pm 2.2$  kg, properly degreased, adapted and identified, were distributed in a completely randomized design (CI) in three diets with and without chitosan inclusion (0, 136 and 272 mg / kg chitosan / body weight) and 20 replicates. The experiment lasted 90 days and the evaluations were performed in the *Longissimus dorsi* muscle of the experiment. The use of chitosan in the diets did not influence ( $P > 0.05$ ) the loin eye area, subcutaneous fat thickness, cooking loss, shear force, and flesh color. There was a linear decreasing effect ( $P = 0.022$ ) at pH (time 0) as a function of chitosan levels. The centesimal composition was not affected ( $P > 0.05$ ) by dietary chitosan levels. Saturated fatty acids, with the exception of C 15: 0 iso (Pentadecanoic) that presented quadratic effect ( $P = 0.018$ ), were not affected ( $P > 0.05$ ) by chitosan. There was a quadratic effect ( $P = 0.012$ , 0.015 and 0.008) of 18-carbon unsaturated fatty acids (C 18: 1 cis 11,12 and 13, respectively) as a function of chitosan levels, where the highest concentrations were at levels of 136 Mg / kg PC. Similarly, the proportion of saturated and unsaturated fatty acids also showed a quadratic effect ( $P = 0.001$ ) with increase and decrease of proportions, respectively, in the inclusion level of 136 mg / kg of CP. However, the unsaturated / saturated fatty acid ratio did not show an effect ( $P < 0.05$ ) between the diets. The inclusion level of 136 mg / kg CP increases the levels of the fatty acids C 18: 1 cis 11,12 and 13, vaccinic acid, as well as the proportion of unsaturated fatty acids in the meat of confined lambs.

**Key words:** Fatty acids, centesimal composition, sheep.

## INTRODUÇÃO

A adequação de dietas para os animais requer o conhecimento das suas exigências nutricionais e do valor nutritivo dos alimentos, que, por meio de métodos específicos, é combinado em proporções adequadas de modo a conciliar o atendimento das exigências nutricionais dos animais (Russell et al., 1992; Sniffen et al., 1992).

Nessa perspectiva o uso de aditivos alimentares para melhorar o metabolismo ruminal (fermentação, síntese microbiana, aproveitamento energético e outros), apresenta, até o momento, resultados promissores, porém com algumas restrições (Goiri et al., 2009; Goiri et al., 2010). A quitosana, ainda pouco estudada na alimentação animal, mas possui potencialidade, haja vista, seu extenso uso como agente antimicrobiano, em diversas áreas.

A qualidade da carne pode ser avaliada pelos valores do pH, cor, capacidade de retenção de água, maciez e perdas por cocção, além dos aspectos sanitários e nutricionais. Tais características podem evidenciar carnes de melhor ou pior qualidade, e os resultados podem ser utilizados para determinar distintas qualidades a serem avaliadas (Pinheiro et al., 2010), em que aditivos das dietas podem influenciar, diretamente, os parâmetros da qualidade final.

O principal enfoque sobre a composição da carne, diz respeito ao perfil de ácidos graxos no produto final. Porém, os ruminantes têm uma característica peculiar, pois a composição de ácidos graxos nos produtos oriundos de ruminantes é complexa em razão da síntese ruminal e biohidrogenação que ocorrem nesse ambiente mediado por bactérias (Lopes et al. 2012). Vale salientar que vários fatores podem afetar o processo de biohidrogenação e a composição dos ácidos graxos depositados na carne. Entre esses fatores, destacam-se o sistema de alimentação, a composição das dietas, a relação volumoso:concentrado e o tipo de volumoso utilizado (Demirel et al., 2006; Nuernberg et al., 2008).

Sendo assim, objetivou-se avaliar diferentes níveis de quitosana, na dieta, e sua influência nas características físico-químicas, centesimal e perfil de ácidos graxos da carcaça de cordeiros confinados.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local, animais e instalações

Esta pesquisa foi conduzida em estreita conformidade com a legislação brasileira sobre a pesquisa com o uso de animais e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais, da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, número de protocolo 16/2016. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos, pertencente à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA, de maio a novembro de 2016.

Os cordeiros foram mantidos em regime de confinamento durante 90 dias, precedidos de 15 dias destinados à adaptação às instalações, às dietas e ao manejo diário, e, nessa fase, receberam volumoso de feno de Tifton-85 *ad libitum*, e proporções crescentes das rações experimentais. Após esse período, os animais foram submetidos à fase experimental, composta por três períodos consecutivos de 30 dias, para a coleta de amostras e dados para a avaliação do consumo, digestibilidade dos nutrientes, desempenho e balanço de nitrogênio.

Foram utilizados sessenta 60 cordeiros da raça Santa Inês, com peso médio de  $20,6 \pm 2,2$  kg de PC, e idade de 04 a 05 meses. Esses foram devidamente vermifugados, vacinados (raiva e clostridiose), suplementados (complexo vitamínico ADE) e, posteriormente, identificados. Os animais foram aleatoriamente distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), e alojados em baias individuais, cobertas, com piso ripado e suspenso, com área/baia de 1 m<sup>2</sup>, equipadas com bebedouros e cochos de alimentação, de modo que houve acesso irrestrito à água e às dietas durante todo o período experimental.

### Dieta experimental e manejo

As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas (16% de PB), (Tabela 1) segundo as recomendações do National Research Council (NRC, 2007), de modo a atender as exigências nutricionais para cordeiros com ganhos de peso estimados de

200g/dia. As dietas experimentais foram assim compostas: 1) Dieta sem adição de quitosana; 2) Dieta com inclusão de 136 mg de quitosana/kg de peso corporal; 3) Dieta com inclusão de 272 mg de quitosana/kg de peso corporal. Os alimentos ofertados diariamente foram pesados em balança digital e o fornecimento era ajustado de forma que as sobras representassem aproximadamente 10% da quantidade de matéria seca fornecida. Durante todo período experimental foram coletadas, semanalmente, amostras dos ingredientes e das dietas as quais foram quarteadas, e posteriormente acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer a -20°C, para posterior análises bromatológicas.

**Tabela 1.** Composição percentual e bromatológica da dieta experimental para cordeiros em confinamento

Ingredientes (% MS)	Dieta
Feno	50,00
Milho moído	18,40
Farelo de Soja	14,50
Caroço de Algodão	15,00
Ureia	0,60
Mistura Mineral <sup>1</sup>	1,50
<b>Nutrientes</b>	
Matéria seca (% MN)	88,56
Matéria orgânica (% MS)	92,99
Matéria mineral (% MS)	6,55
Proteína bruta (%MS)	15,18
Extrato etéreo (% MS)	4,61
Fibra em detergente neutro (% MS)	46,73
FDNcp (% MS)	41,35
Fibra em detergente ácido (% MS)	24,22
Carboidratos totais (% MS)	72,89
Carboidratos não fibrosos (% MS)	25,68
Nutrientes digestíveis totais (% MS)	67,84

MS: Matéria Seca, mg: miligrama, kg: quilograma, PC = Peso Corporal, FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas. <sup>1</sup>Níveis de garantia (por kg de produto): cálcio 120,00 g; fósforo 87,00 g; sódio 147,00 g; enxofre 18,00 g; cobre 590,00 mg; cobalto 40,00 mg; cromo 20,00 mg; ferro 1.800,00 mg; iodo 80,00 mg; manganês 1.300,00 mg; selênio, 15,00 mg; zinco 3.800,00 mg; molibdênio 300,00 mg; flúor máximo 870,00 mg; Solubilidade do fósforo (P) em ácido cítrico a 2% mínimo - 95%.

Os cordeiros foram alimentados duas vezes ao dia, às 09:00 e às 16:00 horas, na forma de mistura completa, relação volumoso:concentrado de 50:50. O feno de capim



Tifton-85 (*Cynodon sp*) foi moído em partículas de aproximadamente 5 cm. O concentrado foi constituído de grão de milho moído, farelo de soja, uréia, suplemento mineral específico para ovinos e caroço de algodão.

### **Análise físico-química e centesimal**

A avaliação da área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea foram realizadas através de corte transversal entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> vértebra torácica, permitindo, assim, a exposição da secção transversal do lombo da meia carcaça direita. Dessa forma, a aferição da área de olho de lombo foi procedida com auxílio de transparência com gabarito padrão transparente quadriculado, em que cada quadrado representa um centímetro quadrado (Cunha et al., 2008). A espessura da gordura de cobertura foi obtida por meio de paquímetro a 3/4 de distância a partir do lado medial do músculo *Longissimus lumborum*, para o seu lado lateral da linha dorso lombar.

Para a análise das características físico-químicas (pH, coloração, capacidade de retenção da água, perdas por cocção e força de cisalhamento) do músculo *Longissimus lumborum* foram coletados os lombos inteiros da meia carcaça esquerda de cada animal, os quais foram identificados individualmente, acondicionados em sacos plásticos e armazenados em freezer a -18°C para posteriores avaliações laboratoriais.

No preparo das amostras para as análises, os lombos foram descongelados dentro de sacos plásticos em geladeira a 10°C por 12 horas e, em seguida, dissecados com auxílio de bisturi e faca em ambiente climatizado.

Para as medições do pH, foi utilizado pHmetro portátil acoplado a um eletrodo de penetração, previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,00 e 7,00, sendo as leituras realizadas em triplicata três pontos distintos do músculo *L. lumborum*., na carcaça quente, e passado 24 horas, da mesma forma acima relatada, foi efetuada a leitura sobre a carcaça fria.

A avaliação da cor da carne foi realizada com auxílio do colorímetro Minolta® previamente calibrado em ladrilho branco, através do sistema CIELAB, que considera as coordenadas L\*, a\* e b\* responsáveis pela luminosidade (preto/branco), teor de vermelho (verde/vermelho) e teor de amarelo (azul/amarelo), respectivamente. Antes da análise, os lombos foram seccionados por meio de corte transversal e exposição ao ar

atmosférico durante o período de cinco minutos (Cañeque e Sañudo, 2000). Esse procedimento é importante, pois é através dele que ocorre a reação entre a mioglobina do músculo e o oxigênio do ar de modo que haja a formação de oximioglobina, principal pigmento responsável pela cor vermelho brilhante da carne (Renerre, 1982). Decorrido esse tempo, e conforme descrito por Miltenburg et al. (1992), as coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram mensuradas em três pontos distintos da superfície interna do músculo, sendo calculada posteriormente a média das triplicatas de cada coordenada por animal.

A perda de peso por cocção foi determinado utilizando amostras isentas de tecido conectivo visível que foram previamente descongeladas durante 12 horas sob refrigeração a 10°C. Posteriormente, os bifes foram assados em forno elétrico pré-aquecido à temperatura de 170°C, sendo realizado o monitoramento da temperatura com auxílio de termômetro digital portátil tipo espeto até o momento em que a temperatura interna da amostra atingisse 71°C no centro geométrico. Depois de assados os bifes foram retirados do forno e novamente pesados. A diferença entre peso inicial e peso final da amostra foi utilizada para a determinação da perda por cocção, sendo os valores expressos em porcentagem, de acordo com Felício (1999).

Para a avaliação da força de cisalhamento, as amostras cozidas utilizadas na análise das perdas por cocção foram resfriadas em bancada até atingirem a temperatura ambiente. Assim, com auxílio de sonda vazada, retirou-se de cada amostra, em média seis cilindros, os quais foram cortados, no sentido das fibras musculares. Em seguida, a força necessária para cortar cada cilindro foi mensurada por meio do aparelho Texture Analyser TA-TX2, acoplado à lâmina de aço inox tipo Warner-Bratzler. Os resultados obtidos foram determinados automaticamente pelo equipamento, expressos em kgf/cm<sup>2</sup> (Lyon et al., 1998). Dessa forma, a maciez de cada lombo foi calculada pela média dos seis cilindros utilizados em cada amostra.

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

Para determinação da composição dos ácidos graxos, fez-se inicialmente a extração da fração lipídica da carne, segundo Bligh e Dyer (1959). A transesterificação dos triacilgliceróis (TAG) para obtenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada conforme o método 5509 da ISO (1978). As amostras de ésteres metílicos

foram acondicionadas em ependorfs e armazenadas a  $-18^{\circ}\text{C}$ , para posterior análise cromatográfica. Os ésteres metílicos foram analisados por meio de cromatografia gasosa em aparelho Thermo-Finnigan, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida BPX-70 (120 m, 0,25 mm d.i). A vazão dos gases foi de 6,5 mL.min<sup>-1</sup> para o gás de arraste N<sub>2</sub>; 30 mL.min<sup>-1</sup> para o gás auxiliar N<sub>2</sub>; e 30 e 350 mL.min<sup>-1</sup> para os gases da chama H<sub>2</sub> e ar sintético, respectivamente.

A razão de divisão da amostra foi de 90:10. As temperaturas do injetor e detector foram 250°C e 280°C, respectivamente. O tempo total de análise foi de 55 minutos, programado em quatro rampas, com temperatura inicial de 140°C e final de 238°C. O volume de injeção foi de 1,2 µL e as áreas de picos foram determinadas pelo método da normalização, utilizando-se um software Chrom Quest 4.1.

A quantificação dos ácidos graxos presentes no longissimus foi calculada mediante a porcentagem da área de cada pico, correspondente ao ácido graxo identificado pelos padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos Sigma (EUA) e após verificação do comprimento equivalente de cadeia.

### **Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância em delineamento inteiramente casualizado, por meio do comando PROC MIXED, do programa estatístico Statistical Analysis System 9.0 (SAS, 2009). Contrastes polinomiais foram utilizados para obter efeito linear ou quadrático das dietas, considerando um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi constatado efeito ( $P>0,05$ ) para as características físico-químicas, exceto pH tempo 0, para as variáveis: área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) perda por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC), coloração (cor L - luminosidade, a – intensidade de vermelho e b – intensidade de amarelo) e pH 24 horas, na dietas controle e adicionadas de quitosana (136, 272 mg/kg de PC) de cordeiros em confinamento (Tabela 2). O que infere uma semelhança morfológica entre os animais ao abate, dietas isoprotéicas e relação volumoso:concentrado, o que pode explicar a ausência de efeito com o uso de quitosana. Alguns autores reportam a importância da espessura de gordura subcutânea Amaral et al. (2015), Macedo et al. (2014), os quais que relatam maiores espessuras, implicam em menores perdas por resfriamento, conferindo proteção da fibra ao encurtamento e queima na câmara fria. Porém os valores médios do presente trabalho, 1,33 mm, são inferiores aos reportados por Cartaxo et al. (2011), os quais observaram valores médios de 2,53 mm, para espessura de gordura subcutânea em cordeiros confinados, o que pode estar relacionado a diferentes densidade energética das dietas.

**Tabela 2.** Características físico-químicas do músculo *Longissimus dorsi* em função do nível de quitosana na dieta de cordeiros confinados.

Item	Quitosana (mg/kg PC)			EPM <sup>1</sup>	Valor - P <sup>2</sup>	
	0	136	272		Linear	Quadrático
AOL (cm <sup>2</sup> )	12,80	12,65	12,84	0,262	0,957	0,769
EGS (mm)	1,45	1,23	1,33	0,080	0,565	0,391
pH (tempo 0)	6,66	6,60	6,49	0,030	0,022	0,781
pH (24 horas)	5,90	5,78	5,86	0,038	0,719	0,227
PPC (%)	16,00	13,37	14,80	0,568	0,390	0,091
FC (kgf/ cm <sup>2</sup> )	2,30	2,17	2,24	0,090	0,802	0,602
COR L	36,73	37,72	36,61	0,379	0,899	0,198
COR a	21,67	21,85	21,44	0,219	0,664	0,518
COR b	5,40	5,86	5,58	0,209	0,739	0,402

<sup>1</sup>Erro padrão da média, <sup>2</sup>Valor de probabilidade significativa ao nível de 5%. AOL: área de olho de lombo; EGS: ES espessura de gordura subcutânea, pH: potencial hidrogeniônico, PPC: perda por cocção, FC: força de cisalhamento, COR: L: luminosidade, a: teor de vermelho (mioglobina), b: teor de amarelo (carotenóide).

O pH no tempo 0 apresentou efeito linear negativo ( $P=0,022$ ), em função do nível de quitosana, pois, conforme adicionava-se quitosana na dieta, havia um declínio do pH. Esses valores tiveram pouca variação, pois a redução do pH em valores percentuais foi na ordem de 0,91 e 2,6%, no nível de inclusão intermediário (136 mg/kg de PC) e em relação ao maior nível (272 mg/kg de PC), respectivamente. Esse baixo valor percentual nas alterações do pH no tempo 0 pode estar relacionado, ou melhor, pode explicar a ausência de efeito ( $P>0,05$ ) do pH no tempo 24 horas, uma vez que esses animais eram do mesmo padrão genético, submetido ao mesmo manejo, corroborando com Souza et al. (2004), ao relatarem que diferenças para o pH *post mortem* é atribuído, em sua maioria, variações de grupos genéticos e susceptibilidade ao estresse pré abate.

A mensuração do pH no músculo *L. dorsi*, 24 horas após o abate, é reconhecido como um dos principais indicativos do manejo humanitário *ante mortem* e, também, do processo normal e desejável de conversão do músculo em carne (Costa et al., 2011). Os valores do pH no tempo 24 horas estão dentro do recomendado por Silva Sobrinho et al. 2005, o que caracteriza manejo adequado *ante mortem*.

A capacidade de retenção de água é determinada pela quantidade de água perdida por meio de aplicação de força externa como corte, aquecimento, trituração ou prensagem do tecido muscular. De maneira similar, as perdas por cocção ocorrem durante o processo de preparo da carne para o consumo, estando altamente correlacionadas à capacidade de retenção de água, sendo essa, altamente influenciada pelo pH da carne (Zeola et al., 2007). O fato de o pH final (24 horas) não ter sido afetado pelas diferentes dietas, provavelmente contribuiu para os valores semelhantes das perdas por cocção.

A força de cisalhamento avalia a maciez da carne, um dos principais itens para sua aceitação. Os valores do presente estudo, em que não houve efeitos das dietas ( $P>0,05$ ), foram em média de 2,24 (kgf/ cm<sup>2</sup>), o que de acordo Monte et al. (2014), é classificada como uma carne macia. Essa variável, segundo Pinheiro et al. (2010), seria mais afetada pelo sistema enzimático e a quantidade de energia presente nas fibras muscular, Silva Sobrinho et al. (2005) e Rota et al. (2006) relataram ainda a influência da idade ao abate pode ocasionar efeitos para esta variável.

A luminosidade ( $L^*$ ) variou de 36,1 a 37,72, estando dentro dos valores reportados por Bressan et al. (2001); 33 a 40, e abaixo dos encontrados por Almeida et

al. (2015), 39 a 41,70, indicando menor luminosidade, que pode ser atribuído a diferentes pesos de abate, ambos trabalhando com cordeiros confinados, enquanto o teor médio do espectro vermelho ( $a^*$ ), 21,64 e amarelo ( $b^*$ ) 5,63, foram maiores e menores, respectivamente quando comparados os estudos de Bressan et al. (2001), Madruga et al. (2002) e Almeida et al. (2015), que reportaram valores médios de 12; 13,41 e 16,48 para o teor de vermelho e 7,5; 9,55 e 8,21 para o teor de amarelo, respectivamente. Para o espectro  $a^*$ , essa diferença pode ser explicado, conforme relata Bressan et al. (2001), em virtude de maior massa muscular e irrigação sanguínea além da maior concentração de proteínas sarcoplasmáticas, haja vista que o balanço positivo de nitrogênio com o uso da quitosana, pode ter influenciado esse processo.

A genética, sistema de produção, nutrição, idade e o pH final da carne podem exercer efeito importante sobre os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Esses valores também tendem a modificar com o aumento do peso de abate, devido à maior musculosidade do animal. Com o desenvolvimento muscular, aumenta a quantidade de mioglobina presente, o depósito de gordura começa a ficar mais evidente e, conseqüentemente, diminui a quantidade de água do músculo. Como resultado, obtém-se menor intensidade quanto à luminosidade (Bonagurio et al., 2003).

Não foi observado diferenças ( $P>0,05$ ), entre os níveis de quitosana avaliados sobre a composição centesimal (Tabela 3) do *longissimus dorsi* (gordura, cinzas, proteína e umidade). Ao verificar os valores médios da umidade 72,26%, proteína 22,27% gordura 4,05% e cinzas 1,31%, vê-se que estão próximos aos reportados por Zeola et al. (2007), que observaram composição da carne de ovinos confinados com percentual médio de 75% de umidade, 19% de PB, 4% de gordura e 1,1% de matéria mineral, podendo variar de acordo com o grau de acabamento dos animais, aumentando a gordura em detrimento da proteína em animais mais velhos.

O colágeno tem suas proporções, praticamente constante nos animais nas diferentes idades, mas, com o aumento delas, as ligações tornam-se mais resistentes e estáveis, aumentando a fibra do colágeno e diminuindo a solubilidade, conferindo à carne maior resistência ao corte Cranwell et al. (1996), proporcionando menor maciez da carne. Assim pode ser inferida correlação direta entre os níveis de colágeno e a força de cisalhamento, haja vista que esta não teve influência quanto à adição de quitosana, isso pode explicar a similaridade para os valores do colágeno, ressaltando ainda, a homogeneidade da faixa etária dos animais. O corte também influencia na proporção do

colágeno, conforme reportado por Ferrão (2006), que avaliando cordeiros confinados encontrou diferentes quantidades de colágeno, 1,21 e 2,13% para o *longissimus dorsi* e *semimembranosus*, respectivamente.

**Tabela 3.** Composição centesimal em percentual (%) do músculo *Longissimus dorsi* em função do nível de quitosana na dieta de cordeiros confinados

Item	Quitosana (mg/kg PC)			EPM <sup>1</sup>	Valor - P <sup>2</sup>	
	0	136	272		Linear	Quadrático
Colágeno	1,98	1,98	2,00	0,070	0,931	0,935
Gordura	4,18	3,89	4,07	0,178	0,804	0,536
Cinzas	1,29	1,29	1,35	0,082	0,792	0,860
Proteína	22,48	22,36	21,96	0,148	0,162	0,653
Umidade	72,08	72,44	72,26	0,251	0,780	0,622

<sup>1</sup>Erro padrão da média, <sup>2</sup>Valor de probabilidade significativa ao nível de 5%.

No presente pesquisa os valores variaram de 1,98 a 2,00% na proporção de colágeno. Algumas pesquisas, como Della Torre e Beraquet (2005), observaram-se valores de 1,3% para diferentes cortes cárneos de bovinos, enquanto Diaz et al. (2002), encontraram valores médios superiores ao do presente estudo, 2,57%, ao avaliar o peso de abate de cordeiros em engorda, o que pode ser explicado pela maior idade ao abate.

Mesmo os animais apresentando maior digestibilidade, conseqüentemente melhor aproveitamento energético da dieta no nível intermediário de quitosana (136 mg/kg de PC), isto não reverteu em melhorias nas características físico-químicas da carne.

O perfil de ácidos graxos (Tabela 4) apresentou valores na proporção de 51,60% de AGS (ácidos graxos saturados) e 48,40% para os AGI (ácidos graxos insaturados), em que desses, 89,28% correspondem aos AGMI (ácidos graxos monoinsaturados) e 10,72% AGPI (ácidos graxos poli-insaturados). Esse maior percentual de AGS, pode estar relacionado há uma maior absorção desses no intestino delgado, corroborando com o estudo de Cooper et al. (2004), que observaram, em cordeiros confinados, uma baixa relação AGPI/AGS.

Dos ácidos graxos saturados (AGS) apenas para o C 15:0 *iso* (pentadecanóico) foi observado um efeito quadrático (P<0,05).

**Tabela 4.** Perfil dos ácidos graxos do músculo *longissimus dorsi* (g/100 g de AG) em função do nível de quitosana na dieta de cordeiros confinados

Item	Quitosana (mg/kg PC)			EPM <sup>1</sup>	Valor - P <sup>2</sup>	
	0	136	272		Linear	Quadrático
			<u>Saturados</u>			
C 4:0	0,002	0,001	0,001	0,003	0,710	0,890
C 6:0	0,009	0,009	0,008	0,006	0,311	0,614
C 8:0	0,094	0,076	0,087	0,010	0,793	0,523
C 10:0	0,094	0,011	0,088	0,012	0,857	0,313
C 11:0	0,092	0,055	0,087	0,012	0,866	0,201
C 12:0	0,074	0,064	0,082	0,010	0,743	0,529
C 13:0	0,030	0,022	0,032	0,003	0,825	0,178
C 13:0 iso	0,001	0,002	0,002	0,002	0,343	0,909
C 14:0	1,533	1,744	1,741	0,193	0,699	0,815
C 14:0 iso	0,339	0,339	0,348	0,195	0,902	0,331
C 15:0	0,274	0,274	0,290	0,016	0,712	0,812
C 15:0 anteiso	0,125	0,133	0,127	0,008	0,935	0,719
C 15:0 iso	0,184	0,162	0,184	0,004	0,969	0,018
C 16:0	0,209	0,195	0,211	0,006	0,875	0,268
C 16:0 iso	22,79	22,37	22,68	0,195	0,813	0,388
C 17:0	1,249	1,021	1,345	0,074	0,601	0,080
C 17:0 iso	0,771	0,695	0,834	0,179	0,750	0,532
C 18:0	22,12	21,42	21,42	0,282	0,321	0,565
C 20:0	0,030	0,034	0,029	0,02	0,906	0,484
C 22:0	0,049	0,058	0,061	0,007	0,530	0,837
			<u>Insaturados</u>			
C 14:1c9	0,220	0,179	0,224	0,020	0,941	0,341
C 16:1c9	1,095	1,262	1,121	0,054	0,848	0,186
C 17:1	0,214	0,213	0,223	0,004	0,405	0,551
C 18:1c9	1,848	1,739	1,925	0,058	0,601	0,240
C 18:1c11	1,364	1,958	1,573	0,093	0,337	0,012
C 18:1c12	0,765	1,021	0,827	0,044	0,554	0,015
C 18:1c13	0,467	0,570	0,494	0,015	0,451	0,008
C 18:1c15	0,080	0,093	0,080	0,005	0,995	0,286
C 18:1t16	0,298	0,338	0,290	0,020	0,885	0,325
C 18:1trans	35,50	37,03	35,66	0,316	0,878	0,034
C 20:1	0,576	0,582	0,640	0,021	0,557	0,428
C 24:1	0,181	0,208	0,208	0,012	0,391	0,634
			<u>Poli-insaturados</u>			
C 18:2c9	4,066	4,194	4,146	0,124	0,797	0,742
C 18:3n3	0,200	0,230	0,237	0,014	0,315	0,714
C 18:3n6	0,007	0,008	0,006	0,005	0,340	0,322
C 18:2c9t11	0,350	0,427	0,352	0,002	0,933	0,763
C 20:2	0,028	0,025	0,029	0,003	0,908	0,733
C 20:4n6	0,574	0,754	0,936	0,082	0,692	0,214
C 22:1n9	0,459	0,347	0,576	0,076	0,537	0,294
C 22:2	0,098	0,112	0,094	0,007	0,831	0,350
C 22:5	0,026	0,027	0,013	0,003	0,182	0,381
C 22:6n3	0,017	0,007	0,015	0,001	0,543	0,011
C 24:1	0,181	0,208	0,208	0,012	0,391	0,634

<sup>1</sup>Erro padrão da média, <sup>2</sup>Valor de probabilidade significativa ao nível de 5%.



Assumindo o mecanismo de ação da quitosana semelhante ao da monoensina sódica, esse efeito quadrático citado acima pode ser explicado, provavelmente por estar associado ao efeito da quitosana sobre a atividade microbiana ruminal, uma vez que ácidos graxos de cadeia ímpar, como o C15:0 no presente estudo, são sintetizados pelas bactérias com a utilização de propionato e valerato e estão presentes nos lipídios microbianos (Mansbridge; Blake, 1997).

Corroborando com esses eventos Goiri et al. (2010), Araújo et al. (2015) e Mingoti et al. (2016), reportaram maiores valores de propionato quanto a utilização de quitosana na dinâmica de fermentação ruminal. Leão et al. (2011) e Fernandes et al. (2009), observaram maior proporção do ácido pentadecanóico *iso* (C:15), em bovinos alimentados com cana-de-açúcar, em que o maior teor de sacarose, advindo da cana-de-açúcar, proporcionou maior quantidade de propionato favorecendo assim a formação de ácidos graxo cadeia ímpar, pela síntese do novo. Contudo na presente pesquisa não ficou bem elucidado os mecanismo pelos quais, no nível intermediário de quitosana, não houve resposta do respectivo ácido graxo.

Na composição dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), os ácidos graxos C18:1 (Oléico) apresentou a maior proporção, sendo observados valores médios de 36% em relação aos demais ácidos graxos insaturados, além do efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) em função da adição de quitosana, tendo seu maior valor estimado no nível de 162 mg/kg de PC. Os ácidos oléicos e seus isômeros *cis*C18:1c11, C18:1c12 e C18:1c13 e o transvacênico (*trans*11 C 18:1), constatou-se efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) entre as dietas adicionadas ou não de quitosana. Os maiores valores foram estimados para o nível de 157, 177, 128,5 e 183,25 mg de quitosana/kg de PC, respectivamente, que pode ser explicado pela alteração da atividade microbiana ruminal dos lipídeos, possivelmente pela redução da biohidrogenação.

Palmquist e Jenkins (1980) têm sugerido que as principais bactérias responsáveis pelo processo de biohidrogenação seja as celulolíticas, haja vista, o mecanismo de ação da quitosana afetar, principalmente, as bactérias gram-positivas, podendo melhor explicar o efeito quadrático, além da inclusão do caroço de algodão (15% dieta total), rico em lipídeos e mais protegido; quando comparado a óleos, tem a ação mais lenta das lípases, chegando até mesmo nem sofrer sua ação das mesmas, bem como ação bacteriana, passando direto para o fluxo duodenal. Para os demais AGMI, não houve diferença ( $P > 0,05$ ), assim como qualquer efeito, entre as dietas.

Os valores do CLA (ácido linoléico conjugado), no presente estudo não apresentaram efeito em função da inclusão de quitosana nas dietas ( $P>0,05$ ), sendo observados valores entre 0,350 a 0,427 (g/100 gramas). Ao longo do processo de biohidrogenação isomerases e redutases convertem os ácidos linoléicos (18:2) e linolênicos (18:3) a esteárico (18:0), com formação de diversos intermediários, destacando os denominados CLA (Kozloski, 2009). Porém mesmo com ação moduladora sobre a fermentação ruminal, diminuindo a biohidrogenação, a quitosana não alterou a proporção de CLA na carne de ovinos, mas os resultados obtidos nesta pesquisa foram superiores aos reportados por Costa (2010) 0,266%, ao avaliar diferentes grupos genéticos (Santa Inês e cruzas) e semelhantes aos reportados por Ferrão et al. (2009), avaliando ovinos, obtiveram valores médios de 0,40% para dietas na relação volumoso:concentrado 50:50, sendo a mesma proporção ao da presente pesquisa.

Para o ácido Docosahexanóico (C22:6n3) foi encontrado um efeito quadrático, indicando a dieta com quitosana no nível de 136 mg/kg de PC o ponto de mínimo. Essa tendência não foi observada para os demais AGPI (ácidos graxos poli-insaturados), em que não diferiu ( $P>0,05$ ) entre as dietas com ou sem inclusão de quitosana. De acordo Jenkins et al. (1993) os AGPI, não são sintetizados por bactérias, exceto as cianobactérias, que são Gram negativas, portanto não são afetadas ou em menor intensidade, pela ação da quitosana, que, aliado a menor biohidrogenação ruminal, entendia-se a ocorrência de efeito linear, o que não foi observado no presente estudo, uma vez que as quantidades desse ácido graxo poliinsaturado são semelhantes na dieta sem inclusão de quitosana e no nível de 272 m/kg de PC.

A inclusão da quitosana influenciou algumas relações dos ácidos graxos, saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), e poli-insaturados (AGPI), indicando, conforme relatado anteriormente, maior proporção de AGS (Tabela 5). No entanto no nível intermediário (136 mg de quitosana/kg de PC) houve uma redução, efeito quadrático negativo ( $P=0,001$ ) na proporção de AGS. Em função dos animais serem submetidos à mesma dieta (isonutricional), além da correlação direta entre as proporções dos ácidos graxos conforme sua natureza (saturados ou insaturados) foi observado efeito quadrático positivo ( $P=0,001$ ), resultando em maior proporção de AGI no respectivo nível intermediário de quitosana. Esse comportamento pode estar relacionado ao fato de a carne dos ruminantes apresentarem maior quantidade de ácidos

saturados, como mecanismo de defesa na adaptação da microbiota ruminal, a possibilidade de efeito tóxico (Barros et al., 2015). Contudo, a ação da quitosana alterou a dinâmica de fermentação ruminal, inferindo diminuição na biohidrogenação, ou mesmo inibindo, sendo refletido em maiores proporções de AGI na carcaça de cordeiros confinados.

**Tabela 5.** Relação entre ácidos graxos, saturados, monoinsaturados e poli-insaturados do músculo *longissimus dorsi* em função do nível de quitosana na dieta de cordeiros confinados

Item	Quitosana (mg/kg PC)			EPM <sup>1</sup>	Valor - P <sup>2</sup>	
	0	136	272		Linear	Quadrático
AGS	51,76	48,98	51,30	0,383	0,595	0,001
AGI	48,23	51,03	48,69	0,383	0,595	0,001
AGI / AGS	0,93	0,99	0,95	0,018	0,730	0,231
AGMI	43,19	45,62	43,60	0,372	0,628	0,049
AGPI	5,04	5,38	5,08	0,188	0,927	0,426
AGPI/AGS	0,09	0,10	0,09	0,004	0,932	0,314
AGI C 18:1	44,37	47,33	45,04	0,352	0,692	0,009
AGS C18:0	22,12	21,42	21,10	0,271	0,134	0,742
AGI/AGS C 18	2,00	2,21	2,10	0,043	0,339	0,088

<sup>1</sup>Erro padrão da média, <sup>2</sup>Valor de probabilidade significativa ao nível de 5%. AGS: ácido graxo saturado, AGI: ácido graxo insaturados, AGMI: ácido graxo monoinsaturados, AGPI: ácido graxo poli-insaturado.

A relação AGI/AGS, não foram influenciadas pela inclusão de quitosana ( $P > 0,05$ ), assim como os AGPI e a relação AGPI/AGS. No entanto os valores dos AGMI foram encontrados efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), em que se observaram maiores quantidades no nível intermediário de quitosana (136 mg/kg de PC). Os ácidos de 18 carbonos (C 18:1) e seus isômeros tiveram os resultados superiores ( $P = 0,009$ ) no nível intermediário de inclusão de quitosana (136 mg/kg de PC), o que evidencia o poder modulador da quitosana, reduzindo a biohidrogenação, através da redução da atividade bacteriana, responsáveis pela hidrogenação, além do caroço de algodão ter liberação mais lenta do ácidos graxos, em virtude da maior proteção conferida a semente, podendo ser explicados pelo aumento dos AGI para o fluxo duodenal. Esse mesmo comportamento pode ser extrapolado também para as maiores proporções dos AGMI.

As proporções de AGS e AGI, deste ensaio foi semelhantes aos reportados por Leão et al. (2011), com valores de 51,81 e 48,19% avaliando cordeiros confinados e

inferiores aos observados por Cònsolo et al. (2015) que, ao avaliar bovinos, encontraram proporções inversas de AGS e AGI 48 e 52%, respectivamente, o que pode ser explicado pelo uso de dietas com maior teor de gordura. Chiang et al. (2009) reportam ainda redução da degradação de ácidos graxos insaturados, sob condições de pH ruminal, pela ação da quitosana que se dá pela interação estática com grupos carboxílicos carregados negativamente, inibindo ação das lipases e biohidrogenação.

A relação AGPI/AGS, encontrada nessa pesquisa apresentou valor médio, entre as dietas de 0,101 (g/100 gramas), inferiores aos reportados por Costa (2010), Leão et al. (2011) e Costa et al. (2012), com valores de 0,280, 0,17 e 1,11, respectivamente. Os valores do presente estudo estão abaixo dos preconizados, que tem como referência mínima uma relação de 0,40, recomendado pelo Departamento de Saúde do Reino Unido para um alimento ser considerado saudável, conforme Wood et al.(2003). Porém, na carne de ruminantes, essa relação geralmente é baixa, em torno de 0,1 (Scollan et al., 2001), variando de 0,06 a 0,15 em função do processo de biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados em nível de rúmen.

O uso da quitosana melhorou o padrão dos AGI, pelo aumento da proporção na carne de cordeiro, o que pode estar relacionada às mudanças no ambiente ruminal. Assim, embasado no trabalho de Mingoti et al. (2016) avaliando o uso de quitosana para bovinos leiteiros, com diferentes níveis (0, 50, 100 e 150 mg/kg de PC) reportaram efeito similar ao aumento dos ácidos graxos, cadeia com 18 carbonos (C18), igualmente para os AGI, sendo observado efeito quadrático. A maior quantidade dos AG C 18 se deu no nível de 100 mg de quitosana/kg de PC. Assim pode-se evidenciar a capacidade do poder de modulador da fermentação ruminal da quitosana, podendo alterar o metabolismo dos ácidos graxos no rúmen. Contudo, ainda não está bem elucidada a dinâmica da quitosana em maiores níveis, uma vez que nos ensaios experimentais acima reportados, em alguns casos, observou-se efeito quadrático negativo, ou seja, menores proporções na inclusão de maiores níveis de quitosana.

## CONCLUSÕES

A quitosana não altera as características físico-químicas e composição centesimal da carne de cordeiros, mas dietas com a inclusão de 136 mg de quitosana/kg de PC, proporciona maiores teores ácidos graxos C 18:1 *cis* 11,12 e 13 e o ácido vacênico (*trans* 11 C 18:1), bem como a proporção de ácidos graxos insaturados na carne, que são àqueles benéficos à saúde humana.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.C.S; FIGUEIREDO, D.M.; BOARI, C.A.; PAIXÃO, M.L.; SENA, J.A.B.; BARBOSA, J.L.; ORTÊNCIO, M.O.; MOREIRA, K.F. Desempenho, medidas corporais, rendimento de carcaça e cortes, e qualidade de carne em cordeiros alimentados com resíduos da agroindústria processadora de frutas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.1, p.541-556, 2016.

AMARAL, R.M.; MACEDO, F.A.F.; ALCALDE, C.R.; LINO, D.N.; BANKUTI, F.I.; MACEDO, F.G.; DIAS, F.B.; GUALDA, T.P. Desempenho produtivo e econômico de cordeiros confinados abatidos com três espessuras de gordura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.1, p.155-165, 2011.

ARAÚJO, P.C.; VENTURELLI, B.C.; SANTOS, M.C.B.; GARDINAL, R.; CONSOLO, N.R.B.; CALOMENI, G.D.; FREITAS, J.E.; BARLETTA, R.V.; 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.

BARROS, M.C.C.; SILVA, da F.F.; SILVA, R.R.; SIMIONATO, J.I.; GUIMARÃES, G.S.; SILVA, da L.L.; FACURI, L.M.A.M. Glicrina bruta na dieta de ovinos confinados: Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do *longissimus dorsi*. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.1, p.431-442, 2016.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J.R.O.; FURUSHO-GARCIA, I.F.; BRESSAN, M.C.; LEMOS, A.L.S.C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1981-1991, 2003.

BLIGH, E.G. e DYER, W.J.A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, n.36, p.911-917, 1959.

BRESSAN MC, PRADO OV, PÉREZ JRO, LEMOS ALSC, BONAGURIO S. Efeito do peso de abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.3, p.293-303. 2001.

CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en ruminantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología y Alimenticia, 2000. 255p.

CÔNSOLO, N.R.B.; GARDINAL, R.; GANDRA, J.R.; FREITAS JÚNIOR, J.E.; RENNÓ, F.P.; SANTANA, M.H. de A.; PFLANZER JÚNIOR, S.B.; PEREIRA, A.S.C. High levels of whole raw soybean in diets for Nellore bulls in feedlot: effect on growth performance, carcass traits and meat Quality. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.99, p.201-209, 2015.

COOPER, S.L.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G.; HALLETT, K.G.; ENSER, M. AND WOOD, J.D. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. **Journal of Animal Science**, v.82, n.5, p.1461-1470, 2004.

CARTAXO, F.Q.; SOUSA, W.H.; COSTA, R.G.; CEZAR, M.F.; PEREIRA FILHO, J.M. CUNHA, M.G.G. Características quantitativas da carcaça de cordeiros de diferentes genótipos submetidos a duas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2220-2227, 2011.

COSTA, F.S. **Características da carne de borregas de diferentes grupos genéticos submetidos ou não a infecção do Haemonchus contortus**. 2010. 107f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros. Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2010.

COSTA, R. G.; LIMA, C. A. C.; MEDEIROS, A. N.; COSTA LIMA, G. F.; MARQUES, C. A. T.; SANTOS, N. M. Características de carcaça de cordeiros Morada Nova alimentados com diferentes níveis do fruto-refugo de melão em substituição ao milho moído na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.866-871, 2011.

COSTA, L.S.; SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; CARVALHO, G.G.P.; SIMIONATO, J.I.; MARQUES, J.A.; SILVA, V.L.; SAMPAIO, C.B. Centesimal composition and fatty acids of meat from lambs fed diets containing soybean hulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7, p.1720-1726, 2012.

CHIANG, Y.W.; WANG, T.H.; LEE, W.C. Chitosan coating for the protection of amino acids that were entrapped within hydrogenated fat. **Food Hydrocolloids**, v.23, p.1057-1061, 2009.

CRANWELL, C. D.; UNRUH, J. A.; BRETHOUR, J. R.; SIMMS, D. D. Influence of steroid implants and concentrate feeding on carcass and longissimus muscle sensory and collagen characteristics of cull beef cows. **Journal of Animal Science**, v.74, n.8, p.1777-1783, 1996.

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, p.1112-1120, 2008.

DELLA TORRE, J.C.M; BERAQUET, N.J. Composição centesimal e teor de colágeno em carne bovina moída. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.64, n.2, p.223-231, 2005.

DEMIREL, G.; OZPINAR, H.; NAZLI, B. KEZER, O. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. **Meat Science**, v.72, n.2, p.229-235, 2006.

DÍAZ, M. T.; VELASCO, S.; CAÑEQUE, V.; LAUZURICA, S.; RUIZ de HUIDOBRO, F.; PÉREZ, C.; GONZÁLEZ, J.; MANZANARES, Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, v.43, n.3, p.257-268, 2002.

FELÍCIO, P.E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p.89-97.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W. TULLIO, R.R.; OLIVEIRA, E.A.; SILVA, T.M. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.705-712, 2009.

FERRÃO, S.P.B. **Características morfológicas, sensoriais e qualitativas da carne de cordeiros**. 2006, 175f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2006.

FERRÃO, S. P. B.; BRESSAN, M. C.; OLIVEIRA, R. P.; PÉREZ, J. R. O.; RODRIGUES, E. C.; NOGUEIRA, D. A. Características sensoriais da carne de cordeiros da raça Santa Inês submetidos a diferentes dietas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.185-190, 2009.

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, p.92-102, 2009.

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**, v.88, n.2, p.749-755, 2010.

ITAVO, C. C. B. F.; MORAIS, M. G.; COSTA, C.; ITAVO, L. C. V.; MACEDO, F. A. F.; TOMICH, T. R. Características de carcaca, componentes corporais e rendimento de cortes de cordeiros confinados recebendo dieta com propolis ou monensina sodica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.898-905, 2009.

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

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2. ed. Santa Maria: UFMS, 2009. p.108.

LEÃO, A.G. SILVA SOBRINHO, A.G.; MORENO, G.M.B.; SOUZA, H.B.A.S.; PEREZ, H.L.; LOUREIRO, C.M.B. Características nutricionais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1072-1079, 2011.

LOPES, J.E.L.; SALES, R.O.; AZEVEDO, A.R.; TORRES, A.L. Composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de cordeiros submetidos aos sistemas de produção com dieta experimental e convencional. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.6, n.2, p.89-111, 2012.

LYON, C. E.; LYON, B. G.; DICKENS, J. A. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, v.7, n.1, p.53-60, 1998.



MACEDO, F.A.F.; GUALDA, T.; MEXIA, A.A.; MACEDO, F.; MORA, N.H.A.P.; DIAS, F.B. Performance and carcass characteristics of lambs with three subcutaneous fat thickness in the loin. **Archives of Veterinary Science**, v.19, n.2, p.52-59, 2014.

MADRUGA, M. S.; NARAIN, N.; ARRUDA, S. G. B.; SOUZA, J. G.; COSTA, R. G.; BESERRA, F. J. Influência da Idade de Abate e da Castração nas Qualidades Físico-Químicas, Sensoriais e Aromáticas da Carne Caprina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1562-1570, 2002.

MANSBRIDGE, R.J.; BLAKE, J.S. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. **British Journal of Nutrition**, v.78, supl.1, p.537-547, 1997.

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**, n.187, p.35-39, 2016.

MONTE, A.L.S.; GONÇALVES, H.R.O.; VILLAROEL, A.B.S.; DAMACENO, M.N.; CAVALCANTE, A.B.D.; Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. **Agropecuária Científica do Semiárido**, v.8, n.3, p.11-17, 2014.

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, n.9, p.2766-2772, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D.C.: The National Academy Press, 2007. 362p.

NUERNBERG, K.; FISCHER, A.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; DANNENBERGER, D. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass *versus* concentrate. **Small Ruminant Research**, v.74, n.1-3, p.279-283, 2008.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.1, p.1-14, 1980.

PINHEIRO, R.S.B.; JORGE, A.M.; SOUZA, H.B.A.; BOIAGO, M.M. Coloração da gordura e qualidade da carne de ovelhas de descarte abatidas em distintos estágios fisiológicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p.468-474, 2010.

RENERRE, M. La couleur de la viande et sa mesure. **Bulletin Technologique C.R.Z. V. Theix. I.N.R.A.**,v.65, p.47-54, 1982.

ROTA, E. L.; OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J. C. S.; OLIVEIRA, M. M.; WIEGAND, M. M.; MENDONÇA, G.; ESTEVES, R. M.; GONÇALVES, M. Influência da castração e da idade de abate sobre as características subjetivas e instrumentais da carne de cordeiros Corriedale. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2397-2405, 2006.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P.J.SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3551-3581, 1992.

SCOLLAN, N.; CHOI, N.; KURT, E. FISER, A.V.; ENSER, M.; WOOD, J.D. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, v.85, p.115-124, 2001.

SILVA SOBRINHO, A.G.; PURCHAS, R.W.; KADIM, I.T.; YAMAMOTO, S.M. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1070-1078, 2005.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, X.R.; BRESSAN, M.C.; PÉREZ, J.R.O.; FARIA, P.B.; VIEIRA, J.O.; KABEYA, D.M. Efeito do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em confinamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.4, n.4, p.543-549, 2004.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS/STAT User's Guide**.Version 9.2. Cary, NC: SAS Institute, 2009.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, n.1, p.21-32, 2003.

ZEOLA, N.M.B.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; SILVA SOBRINHO, A.G.; BARBOSA, J.C. Cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne de cordeiro maturada e injetada com cloreto de cálcio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1058-1066, 2007.

## V – CAPÍTULO III

### **PERFIL METABÓLICO SANGUÍNEO E COMPORTAMENTO INGESTIVO EM CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE QUITOSANA**

**RESUMO** – Objetivou-se avaliar os parâmetros sanguíneos e comportamento ingestivo dos cordeiros submetidos a diferentes níveis de quitosana. Foram utilizados 60 cordeiros mestiços da raça Santa Inês, com peso corporal médio de  $23,6 \pm 2,2$  kg, devidamente desverminados, adaptados e identificados, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três dietas com e sem inclusão de quitosana (0, 136 e 272 mg/kg de quitosana/ peso vivo) e 20 repetições. O experimento teve duração de 90 dias. Para avaliação dos parâmetros sanguíneos procedeu-se a coleta da amostra do sangue (10 ml), via punção jugular. O comportamento ingestivo foi realizado em períodos de 24 horas, com observações visuais a cada cinco minutos. Não houve efeito ( $P>0,05$ ) para o teor de glicose, proteína total e enzimas hepáticas, mas as concentrações de creatinina, albumina aumentaram linearmente ( $P<0,05$ ). Observou-se efeito quadrático ( $P=0,011$ ) para os níveis de colesterol com a inclusão de quitosana. Para o comportamento ingestivo, houve efeito quadrático ( $P<0,05$ ) para o número de períodos de ruminação e tempo gasto por período de ruminação, em que o nível de 136 mg/kg de PC diminuiu o número de períodos, e conseqüentemente aumentou o tempo gasto por período de ruminação. Os tempos de alimentação, ruminação e ócio, bem como as eficiências de alimentação e ruminação não foram influenciadas pelos níveis de quitosana. Assim, pelos resultados de perfil metabólico sanguíneo e de comportamento ingestivo, não se recomenda o uso de quitosana em dietas para cordeiros confinados.

**Palavras-chave:** eficiência, mastigação, ruminação.

## V - CHAPTER III

### **METABOLIC PROFILE AND INGESTIVE BEHAVIOR IN LAMBS FED DIETS WITH DIFFERENT LEVELS OF CHITOSAN**

**ABSTRACT** - The objective was to evaluate the blood parameters and ingestive behavior of lambs submitted to different chitosan levels. Six hundred crossbred lambs of the Santa Inês breed, with a mean body weight of  $23.6 \pm 2.2$  kg, were properly desbreded, adapted and identified, distributed in a completely randomized design (DIC), with three diets with and without chitosan inclusion (0, 136 and 272 mg / kg chitosan / live weight) and 20 replicates. The experiment lasted 90 days. The blood sample (10 ml) was collected by jugular puncture to evaluate the blood parameters. The ingestive behavior was performed in 24-hour periods, with visual observations every five minutes. There was no effect ( $P > 0.05$ ) for glucose, total protein and liver enzymes, but creatinine and albumin concentrations increased linearly ( $P < 0.05$ ). There was a quadratic effect ( $P = 0.011$ ) for cholesterol levels with the inclusion of chitosan. For the ingestive behavior, there was a quadratic effect ( $P < 0.05$ ) for the number of rumination periods and time spent per rumination period, in which the level of 136 mg / kg CP decreased the number of periods, and consequently increased The time spent per rumination period. Feeding, rumination and leisure times, as well as feeding and rumination efficiencies were not influenced by chitosan levels. Therefore, the use of chitosan in diets for confined lambs is not recommended due to the results of blood metabolic profile and ingestive behavior.

**Key words:** efficiency, chewing, rumination.

## INTRODUÇÃO

Na produção animal, consumo é um fator de grande relevância, assim como a determinação dos metabólitos sanguíneos, como ferramenta para avaliação nutricional do rebanho. Assim o conhecimento dos parâmetros sanguíneos e as interações comportamentais animal/alimento, juntamente com a nutrição adequada, podem garantir aumento na produtividade, bem como garantir a viabilidade econômica nos sistemas de criação.

Os componentes bioquímicos sanguíneos mais comuns do perfil metabólico representam as principais vias metabólicas, tais como glicose, colesterol e  $\beta$ -hidroxibutirato, os quais são oriundos do metabolismo energético; e ureia, hemoglobulina, globulinas, albuminas e proteínas totais, que representam o metabolismo protéico. As concentrações de proteínas podem variar com as diferentes fases do animal. Tal variação é resultado de diferente ingestão de alimentos e diferentes exigências nutricionais nas fases da vida do animal (Dirksen e Breitner, 1993; Kaneko, 1997).

O comportamento ingestivo de ovinos compreende atividades de alimentação, ruminação e ócio. Os períodos de ruminação e ócio ocorrem entre as refeições, existindo diferenças entre indivíduos quanto à duração e repetição dessas atividades, que são influenciadas pelas condições climáticas, manejo, exigência nutricional e, principalmente, pela qualidade da dieta (Silva et al., 2009).

O conhecimento dos padrões sanguíneos e de comportamento é relevante para o desenvolvimento e eficiência das práticas de manejo alimentar, com o intuito de obter melhores índices de desempenho produtivo (Ítavo et al., 2011). O uso de aditivos como moduladores da fermentação ruminal, a exemplo da quitosana, pode proporcionar maior eficiência alimentar, desde que nas doses adequadas. Alguns estudos apresentam com grande potencial, tendo resultados satisfatórios ao uso da quitosana sobre a digestibilidade dos nutrientes (Araújo et al., 2015 e Mingoti et al., 2016) mas os efeitos e impactos sobre os parâmetros sanguíneos e comportamento alimentar são desconhecidos.

Assim objetivou-se avaliar o impacto da quitosana como modulador da fermentação ruminal sobre os parâmetros metabólicos sanguíneos e o comportamento ingestivo de cordeiros confinados.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local, animais e instalações

Esta pesquisa foi conduzida em estreita conformidade com a legislação brasileira sobre a pesquisa com o uso de animais e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais, da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, número de protocolo 16/2016. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos, pertencente à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA, de maio a novembro de 2016.

Os cordeiros foram mantidos em regime de confinamento durante 90 dias, precedidos de 15 dias destinados à adaptação às instalações, às dietas e ao manejo diário, e, nessa fase, receberam volumoso de feno de Tifton-85 *ad libitum*, e proporções crescentes das rações experimentais. Após esse período, os animais foram submetidos à fase experimental, composta por três períodos consecutivos de 30 dias, para a coleta de amostras e dados para a avaliação do consumo, digestibilidade dos nutrientes, desempenho e balanço de nitrogênio.

Foram utilizados sessenta 60 cordeiros da raça Santa Inês, com peso médio de  $20,6 \pm 2,2$  kg de PC, e idade de 04 a 05 meses. Eles foram devidamente vermifugados, vacinados (raiva e clostridiose), suplementados (complexo vitamínico ADE) e, posteriormente identificados. Os animais foram aleatoriamente distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), e alojados em baias individuais, cobertas, com piso ripado e suspenso, com área/baia de 1 m<sup>2</sup>, equipadas com bebedouros e cochos de alimentação, de modo que houve acesso irrestrito à água e às dietas durante todo o período experimental.

### Dieta experimental e manejo

As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas (Tabela 1) segundo as recomendações do National Research Council (NRC, 2007), de modo: 1) Dieta sem

adição de quitosana; 2) dieta com inclusão de 136mg de quitosana/kg de peso corporal; 3) Dieta com a inclusão de 272 mg de quitosana/kg de peso corporal.

Os cordeiros foram alimentados duas vezes ao dia, às 09h00min e às 16h00min horas, na forma de mistura completa, relação volumoso:concentrado de 50:50. O feno de capim Tifton-85 (*Cynodon sp*) foi moído em partículas de aproximadamente 5 cm. O concentrado foi constituído de grão de milho moído, farelo de soja, uréia, suplemento mineral específico para ovinos e caroço de algodão.

**Tabela 1.** Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais contendo diferentes doses de quitosana para cordeiros em confinamento

Ingredientes (% MS)	Dieta
Feno	50,00
Milho moído	18,40
Farelo de Soja	14,50
Caroço de Algodão	15,00
Ureia	0,60
Mistura Mineral <sup>1</sup>	1,50
<b>Nutrientes</b>	
Matéria seca (% MN)	88,56
Matéria orgânica (% MS)	92,99
Matéria mineral (% MS)	6,55
Proteína bruta (%MS)	15,18
Extrato etéreo (% MS)	4,61
Fibra em detergente neutro (% MS)	46,73
FDNcp (% MS)	41,35
Fibra em detergente ácido (% MS)	24,22
Carboidratos totais (% MS)	72,89
Carboidratos não fibrosos (% MS)	25,68
Nutrientes digestíveis totais (% MS)	67,84

MS: Matéria Seca, mg: miligrama, kg: quilograma, PC = Peso Corporal, FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas. <sup>1</sup>Níveis de garantia (por kg de produto): cálcio 120,00 g; fósforo 87,00 g; sódio 147,00 g; enxofre 18,00 g; cobre 590,00 mg; cobalto 40,00 mg; cromo 20,00 mg; ferro 1.800,00 mg; iodo 80,00 mg; manganês 1.300,00 mg; selênio, 15,00 mg; zinco 3.800,00 mg; molibdênio 300,00 mg; flúor máximo 870,00 mg; Solubilidade do fósforo (P) em ácido cítrico a 2% mínimo - 95%.

## Parâmetros sanguíneos

Para a avaliação da influência dos níveis quitosana, sobre o perfil metabólico, proteico, energético e hepático foram colhidas de todos os animais amostras de sangue, por punção da veia jugular, no último dia do experimento. Para tal, após assepsia local foram coletados 10 ml de amostra de sangue em tubos vacutainer sem anticoagulante, as quais foram mantidas à temperatura ambiente até a retração do coágulo. Em seguida, foi realizada a centrifugação a 3.500 rpm por 15 minutos para a obtenção do soro sanguíneo, sendo esse então armazenado em mini-tubos ependorf® devidamente identificados e conservados em freezer a -20°C para análises.

As concentrações séricas de proteína total, determinada pelo método do biureto, e de albumina pelo método do verde de bromocresol, foram realizadas utilizando-se kits comerciais e leitura em espectrofotômetro com comprimentos de onda de 550 e 630 nm, respectivamente. O teor de globulinas foi calculado pela diferença matemática entre o teor de proteína total e albumina sérica, sendo os valores expressos em g/dL. A relação albumina:globulina foi obtida a partir da divisão do valor da fração albumina pelo valor total da fração globulina.

Os níveis séricos de ureia foram determinados por sistema enzimático, utilizando-se kits comerciais e a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 600 nm, levando-se em consideração que 47% dessa é composta por nitrogênio.

As concentrações séricas de colesterol total e de triglicerídeos, utilizados para avaliação do perfil energético foram analisadas utilizando-se kits comerciais através da técnica enzimática colorimétrica, sendo a leitura feita em analisador bioquímico semi-automático.

As atividades das enzimas para avaliação do metabolismo hepático, alanina-aminotransferase (ALT), aspartato-aminotransferase (AST) e gama-glutamilttransferase (GGT) foram mensuradas por meio de análise colorimétrica utilizando kits comerciais e leitura da atividade catalisadora foi efetuada em espectrofotômetro, com temperatura entre 20 e 30°C, e os valores foram expressos em UI/L.



## Comportamento

Na avaliação do comportamento ingestivo, os animais foram submetidos a dois períodos de 24 horas para observação visual (Fischer et al., 1998), realizadas no 30° e 70° dia do período experimental, sendo observados o tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio. De acordo Eustáquio Filho et al. (2014), o aumento no número de repetições das análises comportamentais diminuem o risco de super ou subestimação dos eventos (alimentação, ruminação e ócio) devido a possibilidade de oscilações comportamentais, as quais os animais estão propensos, por diversos fatores, durante período de coleta.

A observação visual dos animais foi realizada a cada cinco minutos por quatro observadores treinados, em sistema de revezamento, posicionados estrategicamente de forma a não incomodar os animais, totalizando 288 observações por dia de coleta. Durante a observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

Para obtenção das médias das mastigações merísticas e do tempo, foram feitas as observações de três bolos ruminais em três períodos diferentes do dia (10-12, 14-16 e 18-20 h), conforme método descrito por Burger et al. (2000), determinando-se o número de mastigações merísticas por bolo e o tempo gasto para ruminação de cada bolo.

Para os cálculos das variáveis comportamentais, alimentação e ruminação ( $\text{min.kg}^{-1}$  de MS e FDNcp), eficiência alimentar ( $\text{g MS e FDN hora}^{-1}$ ), eficiência em ruminação ( $\text{g MS e FDN/ bolo e g MS e FDN/ hora}$ ) e consumo médio de MS e FDN por período de alimentação, considerou-se o consumo voluntário de MS e FDN do 25° dia de cada período, sendo as sobras computadas do 26° dia de cada período.

O número de bolos ruminados diariamente foi obtido da seguinte forma: tempo total de ruminação obtido em cada intervalo (min.), dividido pelo tempo médio gasto na ruminação de um bolo. A concentração de MS e FDNcp em cada bolo (g) ruminado foi obtida a partir da divisão da quantidade de MS e FDNcp consumida (g/dia) em 24 horas pelo número de bolos ruminados diariamente.

A eficiência de alimentação, ruminação e o tempo de mastigação total foram obtidos da seguinte forma:

$$\text{EALMS} = \text{CMS/TAL}$$

$$\text{EALFDN} = \text{CFDN/TAL}$$

Em que: EALMS (g MS consumida hora<sup>-1</sup>); EALFDN (g FDN consumida hora<sup>-1</sup>) = eficiência de alimentação; CMS (g) = consumo diário de matéria seca; CFDN (g) = consumo diário de FDN; TAL = tempo gasto diariamente em alimentação.

$$ERUMS = CMS/TRU$$

$$ERUFDN = CFDN/TRU$$

Em que: ERUMS (g MS ruminada hora<sup>-1</sup>); ERUFDN (g FDN ruminada hora<sup>-1</sup>) = eficiência de ruminação e TRU (hora dia<sup>-1</sup>) = tempo de ruminação.

$$TMT = TAL + TRU$$

Em que: TMT (min dia<sup>-1</sup>) = tempo de mastigação total.

Os cálculos acima foram realizados conforme Bürger et al. (2000).

O número de períodos de alimentação, ruminação e ócio foram contabilizados pelo número das sequenciais de atividades observadas na planilha de anotações. A duração média diária desses períodos de atividades foi calculada dividindo-se a duração total de cada atividade (alimentação, ruminação e ócio em min. dia<sup>-1</sup>) em cada intervalo entre as observações (5 minutos) pelo seu respectivo número de períodos discretos.

### **Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância em delineamento inteiramente casualizado, por meio do comando PROC MIXED, do programa estatístico Statistical Analysis System 9.0 (SAS, 2009). Contrastes polinomiais foram utilizados para obter efeito linear ou quadrático das dietas, considerando um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento ingestivo é uma expressão dos efeitos metabólicos. Com isso, toda vez que alguma dieta altera o status metabólico, esse tem efeito direto sobre a ingestão. Dessa forma há uma estreita correlação entre essas variáveis, e o conhecimento dessas interações se torna imprescindível para avaliar o nível de interferência dos metabólitos sanguíneos sobre o comportamento ingestivo em cordeiros confinados.

Os parâmetros sanguíneos (Tabela 2) podem indicar indícios de toxicidade, quanto ao uso de aditivos em dietas para animais, assim pode-se determinar o limiar máximo da quantidade de quitosana a ser adicionada, com exceção da creatinina, colesterol e albuminas que foi observado efeito ( $P < 0,05$ ), as demais variáveis: uréia UV, proteínas totais, triglicerídios, as enzimas hepáticas, aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) e gama glutamil transferase (GGT) e glicose não tiveram efeito ( $P > 0,05$ ) entre a dieta controle e adicionadas de quitosana (136 e 272 mg/kg de PC).

**Tabela 2.** Parâmetros sanguíneos de ovinos alimentados em função do nível de quitosana na dieta

Item	Quitosana (mg/kg de PC)			EPM <sup>1</sup>	Valor - P <sup>2</sup>	
	0	136	272		Linear	Quadrático
Creatinina (mg/dl)	0,76	0,81	0,88	15,495	0,003	0,893
Colesterol (mg/dl)	63,40	75,20	69,26	1,709	0,145	0,011
Triglicerídeos (mg/dl)	38,50	32,95	35,57	1,683	0,484	0,255
Albumina (g/dl)	3,01	2,96	3,37	0,063	0,016	0,070
Uréia UV (mg/dl)	40,15	39,50	40,00	1,186	0,959	0,822
Glicose (mg/dl)	67,80	69,25	73,63	1,210	0,050	0,561
Proteínas Totais (g/dl)	7,10	7,04	7,22	0,069	0,489	0,443
ALT (U.I/L)	81,93	81,05	78,13	1,668	0,375	0,772
AST (U.I/L)	19,70	18,85	19,36	0,651	0,839	0,626
GGG (U.I/L)	56,49	53,33	56,34	1,410	0,965	0,308

<sup>1</sup>Erro padrão da média, <sup>2</sup>Valor de probabilidade significativa ao nível de 5%. ALT: alanina aminotransferase, AST: aspartato aminotransferase, GGT: gama glutamil transferase.

Contudo a glicose teve forte tendência linear em seus níveis séricos ( $P = 0,05$ ), nos quais os valores aumentaram com a inclusão de quitosana. Esse efeito foi observado

por Araújo et al. (2015) avaliando bovinos Nelore, com doses de 0, 50, 100 e 150 mg de quitosana/kg de PC, que foi diretamente relacionado, segundo os autores, pelo aumento linear do propionato, um dos principais precursores da gliconeogênese, e seu aumento no rúmen é seguido por elevação nos níveis séricos de glicose (Mass et al., 2001).

A ausência de efeito nos níveis de quitosana sobre as enzimas hepáticas (AST, ALT e GGT), reforça a tese da propriedade atóxica reportada Jeon et al. (2002) deste aditivo, uma vez que não compromete o funcionamento hepático, sem causar injúrias, sendo assim passível de ser utilizado na dieta dos animais (Araújo et al., 2015).

A creatinina teve seus valores aumentados, significativamente ( $P < 0,05$ ) nos níveis de 136 e 272 mg de quitosana/kg de PC, em relação a dieta sem inclusão de quitosana, apresentando efeito linear ( $P = 0,03$ ). A creatinina é um composto nitrogenado produzido a partir da fosfocreatina muscular. A quantidade de creatinina formada por dia depende da quantidade de creatina no organismo, que por sua vez depende da massa muscular. Entretanto, a quantidade de creatinina formada é relativamente constante para um determinado indivíduo, sendo pouco afetada pela alimentação, principalmente pelo consumo de proteína (Kaneko et al., 1997).

Porém o efeito linear pode ter sido influenciado pelo balanço positivo de nitrogênio, conforme citado anteriormente, resultado da menor desaminação ruminal da proteína, e maior disponibilidade de absorção no duodeno, pois, segundo Leal et al. (2007), animais em crescimento, a porcentagem de tecido muscular varia de acordo com o peso animal, haja vista a influência do tecido muscular em relação a creatina, o que também pode ter contribuído para a magnitude desse evento. Porém os valores estão abaixo dos reportados pela literatura, conforme Gonzalez e Silva (2006) e Radostits et al. (2002), que indicam valores médios na faixa de 1,2 – 1,9 mg/dl de creatinina para espécie ovina.

Comportamento similar foi observado para a albumina, aumentando seus respectivos valores no maior nível de quitosana (272 mg/kg de PC) em relação a dieta com inclusão de 136 mg de quitosana/kg de PC, e sem inclusão de quitosana. De acordo Gonzalez e Scheffer (2003) e Martin et al. (2004), a albumina demonstra o estado protéico do animal a longo prazo, assim como suas concentrações que sofrem mais influência em animais jovens, essa tendência pode ter ocorrido nos animais dessa pesquisa, por se tratar de animais jovens e de ciclo curto.

O colesterol teve seus valores influenciados pela adição de quitosana na dieta, sendo observado efeito quadrático ( $P=0,011$ ) para o nível estimado de 137,25 mg/kg de PC de quitosana na dieta de cordeiros. Os níveis do colesterol plasmático são indicadores adequados do total de lipídios no plasma, pois correspondem a cerca de 30% do total (González; Silva, 2006). A diferença da dieta controle e com inclusão de quitosana, pode estar relacionada ao possível aumento da síntese lipídica bacteriana, refletindo em maior quantidade de lipídios disponível para absorção, assim como redução da biohidrogenação, o que pode estar relacionado, também, à redução do acetato e aumento do propionato (Wencelová et al., 2014), mesmo não alterando a proporção total dos ácidos graxos de cadeia curta.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) entre as dietas, com ou sem inclusão de quitosana (136 e 272 mg/kg de PC) sobre os parâmetros do comportamento ingestivo, alimentação, ruminação e ócio para o tempo gasto em minutos por dia (Tabela 3). Os valores encontrados nesta pesquisa apontaram que 45% do tempo em 24 horas foram despendidos para atividade de ócio, enquanto 36,82 e 18,22%, para ruminação e alimentação, respectivamente. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Ítavo et al. (2011), que observaram 45,34; 36,50 e 18,17% do tempo em ócio, ruminação e alimentação, respectivamente, ao avaliarem cordeiros em terminação, relação volumoso:concentrado 50:50, utilizando feno de *tifton 85* como volumoso, justificado pela semelhança entre as fontes de nutrientes das dietas e seus respectivos consumos e digestibilidade.

Pelo fato do comportamento ingestivo ser influenciado por vários fatores, como espécie, ambiência, é o consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro o que mais causa interferência nesses eventos (Cardoso et al., 2006). Assim, a semelhança entre os tempos para as atividades comportamentais, do presente estudo, pode ser explicada pela igualdade do consumo desses nutrientes entre as dietas no nível controle e adicionada de quitosana. Eustáquio Filho et al. (2016) ao avaliarem cordeiros confinados na mesma proporção volumoso:concentrado (50:50), também reportaram semelhança para os tempos de alimentação, ruminação e ócio, entre as dietas, em razão da semelhança no consumo da fibra em detergente neutro.

No entanto, o número de períodos durante a ruminação houve efeito quadrático entre as dietas com e sem inclusão de quitosana ( $P=0,004$ ), o mesmo não foi observado para o número de períodos em ócio e alimentação ( $P>0,05$ ). Na dose de 136 mg de

quitosana/kg PC, foi observado redução de 11% nos números períodos de ruminação, em relação a maior dose (272 mg/kg de PC) e 12,72% quando comparado à dieta controle.

**Tabela 3.** Tempo, número de períodos e duração (em minutos) de alimentação, ruminação e ócio em função do nível de quitosana na dieta de cordeiros confinados

Item	Quitosana (mg/kg de PC)			EPM <sup>1</sup>	Valor - P <sup>2</sup>	
	0	136	272		Linear	Quadrático
<u>Tempo gasto (min dia<sup>-1</sup>)</u>						
Alimentação	254,88	276,13	256,13	5,705	0,091	0,928
Ruminação	516,00	525,88	548,95	7,585	0,079	0,678
Ócio	669,13	637,88	638,16	8,596	0,145	0,385
<u>Número de períodos (24 h)</u>						
Alimentação	12,05	10,88	10,76	0,393	0,186	0,538
Ruminação	19,65	17,15	19,22	0,387	0,635	0,031
Ócio	28,15	26,10	27,65	0,524	0,691	0,111
<u>Tempo gasto por período (minutos)</u>						
Alimentação	22,53	24,50	23,62	0,879	0,618	0,452
Ruminação	26,71	30,95	28,64	0,727	0,268	0,031
Ócio	23,66	23,22	23,85	0,561	0,890	0,667
<u>Consumo MS e FDN por refeição (g dia<sup>-1</sup>)</u>						
MS	92,00	95,00	103,00	0,004	0,324	0,800
FDN	34,00	37,00	38,00	0,001	0,377	0,736
<u>Consumo MS e FDN(min kg<sup>-1</sup>)</u>						
MS	237,12	245,01	233,99	6,322	0,844	0,488
FDN	628,34	657,50	635,16	16,763	0,871	0,476

<sup>1</sup>Erro padrão da média, <sup>2</sup>Valor de probabilidade significativa ao nível de 5%. MS: matéria seca, FDN: fibra detergente neutro.

Em relação ao tempo gasto por período de alimentação e ócio, expresso em minutos dia<sup>-1</sup> não houve efeitos entre as dietas (P>0,05), ressaltando que esses não tiveram efeito quanto ao número de períodos. Porém, o fato dos animais serem submetidos à mesma dieta, conseqüentemente, haveria de se encontrar efeito no tempo gasto por período de ruminação, conforme foi constatado pelo efeito quadrático (P=0,031), sendo observado maior tempo gasto por período de ruminação com inclusão de quitosana no nível de 136 mg/kg de PC e que supostamente pode estar relacionado, também ao efeito quadrático entre as doses de quitosana para a digestibilidade da fibra em detergente neutro, encontrado no presente estudo.

Dessa forma na dose intermediária (136 mg/kg de PC), foi observado maiores valores para digestibilidade da fibra, haja vista sua correlação direta sobre o comportamento ingestivo e seus respectivos eventos, pois os animais diminuíram os períodos em ruminação, mas aumentando o tempo por bolo ruminado, como forma de compensação, uma vez que não houve diferença, entenda-se efeito, no período total de ruminação.

Esses fatores foram embasados por Fisher et al. (1988), que relatam correlação direta dessas variáveis, tempo, número de períodos e tempo gasto por período, constataram que dentro da mesma espécie pode existir diferenças relevantes quanto a duração e organização das atividades. Assim como Eustáquio Filho et al. (2014) reportaram a possibilidade de super ou subestimação dos dados comportamentais durante as observações, fatores como esses podem estar relacionados à diferença entre as dietas, tempo gasto por período de ruminação, conforme observado na presente pesquisa. O número de observações também pode ter relevância, uma vez que não pode representar a magnitude real dos eventos realizados pelos animais no transcorrer do tempo de confinamento.

Os consumos de MS e FDN expressos em gramas por refeição  $\text{dia}^{-1}$ , não diferiu ( $P>0,05$ ) entre as dietas, bem como para os consumos de MS e FDN expressos em minutos por kg, o que pode ser explicado em virtude do tempo de alimentação, números de refeições diárias, consumo MS e FDN, por não apresentarem diferenças com a inclusão ou não de quitosana. Cirne et al. (2014), ao avaliar cordeiros em terminação e mesma relação volumoso:concentrado (50:50), também influenciados pelo comportamento similar do eventos (alimentação, ócio e ruminação) não encontraram diferenças entre as dietas para os consumos de MS e FDN em gramas  $\text{dia}^{-1}$ .

Não houve influência dia ( $P>0,05$ ) entre a dieta controle e os níveis de 136 e 272 mg de quitosana/kg de PC sobre os eventos de mastigação, tempo de mastigação total expresso (horas  $\text{dia}^{-1}$ ), tempo de mastigação merícicas por bolo, número de mastigações merícicas  $\text{dia}^{-1}$ , número de mastigações merícicas por bolo e números de bolo ruminado  $\text{dia}^{-1}$  (Tabela 4).

O tempo de mastigação total horas  $\text{dia}^{-1}$  tem sido considerada entre as principais medidas mais estudadas e utilizadas para avaliar a efetividade da fibra, pois está relacionada à produção de saliva, na trituração do alimento, no ambiente ruminal (tamponamento), além do consumo de matéria seca (Colenbrander et al., 1991). Como o

tempo de mastigação total está correlacionado diretamente a todos os eventos das mastigações, e não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) em nenhuma das variáveis, esse comportamento pode ser explicado pelo padrão da dieta, uma vez que essa apresentava uma condição isonutricional e bromatológica da FDN. Ainda conforme relatam, Van Soest (1994), Carvalho et al. (2006) e Hübner et al. (2008), a forma física, bem como o nível de fibra na dieta, tem grande influência nos eventos inerente a mastigação.

**Tabela 4.** Parâmetros comportamentais das mastigações e ruminação de cordeiros alimentados com diferentes níveis de quitosana

Item	Quitosana (mg/kg de PC)			EPM <sup>1</sup>	Valor - P <sup>2</sup>	
	0	136	272		Linear	Quadrático
TMT h/dia	12,85	13,36	13,37	0,143	0,145	0,399
TMM/bolo	45,16	43,36	41,13	1,222	0,191	0,873
NMM/dia	49986	49295	50478	977,969	0,233	0,887
NMM/bolo	68,42	65,98	62,51	1,792	0,191	0,890
NBR/dia	730,58	747,13	807,83	23,117	0,186	0,648

<sup>1</sup>Erro padrão da média, <sup>2</sup>Valor de probabilidade significativa ao nível de 5%. TMT h/dia (tempo de mastigação total horas/dia) TMM (tempo de mastigação meréricas/bolo), NMM (número de mastigações meréricas/dia), NMM (número de mastigações meréricas/bolo) e NBR (números de bolo ruminado/dia).

A utilização de quitosana nas doses de 136 e 272 mg/kg de PC e a dieta controle não influenciam ( $P>0,05$ ) a eficiência de alimentação e ruminação ( $\text{g MS e FDN hora}^{-1}$ ), assim como  $\text{g MS e FDN por bolo}$ , (Tabela 5). No ponto de vista nutricional, a quitosana altera o padrão da fermentação ruminal com aumento do propionato na relação acetato:propionato (Goiri et al., 2009; Goiri et al., 2010; Vendramini et al., 2016), dessa forma teria maior eficiência quanto ao uso de energia, vislumbrando benefícios nos padrões de ruminação e alimentação. Contudo no presente estudo, não foi constatado tal efeito, que pode ser justificado pela semelhança no consumo e digestibilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro.

Ao avaliar cordeiros confinados, sob diferentes aditivos, entre eles, a monoensina sódica com a mesma proporção volumoso concentrado (50:50), Santos (2016), não encontrou diferença para a eficiência de alimentação e eficiência de ruminação, para a MS e FDN. Porém seus valores para a eficiência de alimentação da MS e FDN, 291 e 108,95 expressos em  $\text{g hora}^{-1}$ , foram maiores que os valores médio da presente pesquisa 254,34  $\text{g MS hora}^{-1}$  e 97,53  $\text{g FDN hora}^{-1}$ . A eficiência de ruminação



para MS, também apresentou valores superior, 147,59 g MS hora<sup>-1</sup>, contra 124 g MS hora<sup>-1</sup>, do presente estudo.

**Tabela 5.** Eficiência dos parâmetros de alimentação e ruminação de cordeiros alimentados com diferentes níveis de quitosana

Item	Quitosana (mg/kg de PC)			EPM <sup>1</sup>	Valor - P <sup>2</sup>	
	0	136	272		Linear	Quadrático
EAlgMS/h	247,51	250,35	265,16	7,245	0,699	0,332
ERUgMS/h	122,97	128,33	121,59	2,501	0,852	0,220
gMS/bolo	1,355	1,47	1,37	0,055	0,881	0,341
EAlgFDN/h	97,75	97,43	97,43	2,66	0,688	0,477
ERUgFDN/h	46,32	48,00	44,68	0,967	0,498	0,226
gFDN/bolo	0,55	0,55	0,49	0,018	0,246	0,441

<sup>1</sup>Erro padrão da média, <sup>2</sup>Valor de probabilidade significativa ao nível de 5%. EAL: eficiência de alimentação, ERU: eficiência de ruminação, MS: matéria seca, FDN: fibra em detergente neutro.

No entanto quando avaliando só o tratamento com uso de monoensina sódica, que tem efeito análogo ao da quitosana, conforme observado por Goiri et al. (2009) e Goiri et al. (2010) os valores foram bem próximos entre os trabalhos para eficiência de alimentação da MS, 251 g MS hora<sup>-1</sup> e 254,34 g MS hora<sup>-1</sup> para o presente estudo, e ainda para FDN - 94,47 g FDN hora<sup>-1</sup> e 97,53 g FDN hora<sup>-1</sup>, para presente pesquisa. Assim a hipótese de mecanismo de ação similar entre a quitosana e os ionóforos, mais precisamente a monoensina sódica, são mais subsidiados frente a esses comportamentos.

Comparando aos resultados de Gomes et al. (2017) avaliando ovinos, com a mesma proporção volumoso:concentrado (50:50) sendo o volumoso constituído de feno de *tifton-85*, esses autores encontraram valores inferiores aos observados no presente estudo para a eficiência de alimentação de 172 e 86,4 g hora<sup>-1</sup>, de MS e FDN, respectivamente, porém com maior eficiência para ruminação 157 g MS hora<sup>-1</sup> e 79,3 g de FDN g hora<sup>-1</sup>.

Ao avaliar as gramas de matéria seca por bolo ruminado (g MS por bolo) e gramas de fibra em detergente neutro por bolo ruminado (g FDN por bolo) não houve influência (P>0,05) em função da dieta controle e adição de quitosana (136 e 272 mg/kg de PC), pois na magnitude dos resultados esses estão correlacionados, diretamente, à eficiência alimentar e ruminal.

Os valores reportados por Azevedo et al. (2013) pesquisando ovinos da raça Santa Inês, encontraram uma média de 1,650 g MS por bolo e 0,580 g FDN por bolo, valores esses próximos aos encontrados, neste ensaio, 1,403 e 0,532 g por bolo ruminado para MS e FDN, respectivamente. Ressalta-se ainda que os autores, acima citados, também não encontraram efeito nas diferentes dietas sobre essas variáveis. No estudo de Carvalho et al., (2008), utilizando cordeiros, reportaram valores para g MS e g FDN por bolo 1,875 e 0, respectivamente, que pode ser explicado pelo maior consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro.

Dessa forma, a adição de quitosana não foi suficiente para alterar os parâmetros de eficiência de alimentação e ruminação, pois o comportamento para ingestão da matéria seca e fibra em detergente neutro também não foram influenciados pela adição da quitosana.

## CONCLUSÕES

O uso da quitosana no nível de 272 mg/kg de PC proporciona aumento do colesterol e albumina, enquanto o nível de 136 mg/kg de PC em cordeiros confinados eleva as taxas de creatinina e diminui o número de período em ruminação, bem como aumenta o tempo gasto para o respectivo período. No entanto não há qualquer influência para as demais variáveis dos parâmetros sanguíneos e comportamento ingestivo, o que não justifica o seu uso em dietas para cordeiros confinados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, P.C.; VENTURELLI, B.C.; SANTOS, M.C.B.; GARDINAL, R.; CÔNSOLO, N.R.B.; ALOMENI, G.D.; FREITAS JÚNIOR, J.E.; BARLETTA, R.V.; 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.

AZEVEDO, R.A.; RUFINO, L.M.A.; SANTOS, A.C.R.; RIBEIRO JÚNIOR, C.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GERASEEV, L.C. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com torta de macaúbas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.490-496, 2013.

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

CARDOSO, A.R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B.; PIRES, C.C.; GASPERIN, B.G.; GARCIA, R.P.A. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.604-609, 2006.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H.; RODRIGUES, C.A.F. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.562-568, 2006.

CIRNE, L.G.A.; SILVA SOBRINHO, A.G.; SANTANA, V.T.; SILVA, F.U.; LIMA, N.L.L.; OLIVEIRA, E.A.; CARVALHO, G.G.P.; ZEOLA, N.M.B.L.; TAKAHASHI, R. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo feno de amoreira. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.2, p.1051-1060, 2014.

COLENBANDER, V.F.; NOLLER, C.H.; GRANT, R.J. Effect of fiber content and particle size of alfalfa silage on performance and chewing behavior. **Journal of Dairy Science**, v.4, n.12, p.2681-2689, 1991.

DIRKSEN, G.; BREITNER, W. New quick-test for semi quantitative determinations of beta-hydroxybutyric acid in bovine milk. **Journal Veterinary Medical Animal Physiology Pathology Clinical Medical**, v.40, p.779-784, 1993.

EUSTÁQUIO FILHO, A.; CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. SANTOS, P.E.F.; MURTA, R.M.; PEREIRA, F.M. Ingestive behavior of lambs confined in individual and group stalls. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v.27, n.2, p.284-289, 2014.

EUSTÁQUIO FILHO, A.; CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. SANTOS, P.E.F.; MURTA, R.M.; PEREIRA, F.M.; CARVALHO, B.M.A.; MARANHÃO, C.M.A.; RUFINO, L.M.S.; SANTOS, S.A.; PINA, D.S. Intake and ingestive behavior in lambs fed low-digestibility forages. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, p.13156-1321, 2016.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DÈSPRES, L.; LOBATO, J.F.P. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.362- 369, 1998.

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, p.92-102, 2009.

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**, v.88, n.2, p.749-755, 2010.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; CAMPOS, R. (Eds): **Anais... Primeiro Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.73-89, 2003.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006, 357p.

HÜBNER, C. H. PIRES, C.C.; GALVANI, D.B.; CARVALHO, S.; JOCHIMS, F.; WOMMER, T.P.; GASPERIN, B.G. Comportamento ingestivo de ovelhas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.38, n.4, p.1078-1084, 2008.

ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G.; COSTA, C.; ÍTAVO, L.C.V.; FRANCO, G.L.; SILVA J.A.; REIS, F.A. Addition of propolis or monensin in the diet: Behavior and productivity of lambs in feedlot. **Animal Feed Science and Technology**, v.165, n.4, p.161–166, 2011.

JEON, Y.L.; KAMIL, J.Y.V.A; SHAHIDI, F. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, v.20, p.5167-5178, 2002.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. (Eds.) **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5 th ed. New York: Academic Press, 1997, 932 p.

LEAL, T.L.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHOS, S.C.; CAMPOS, J.M.S; DETMANN, E.; BARBOSA, A.M.; TEIXEIRA, R.M.A.; MARCONDES, M.I. Variações diárias nas excreções de creatinina e derivados de purinas em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.905-911, 1997.

MAAS, J.A.; WILSON, G.F.; MCCUTCHEON, S.N.; LYNCH, G.A.; BURNHAM, D.L.; FRANCE, J. The effect of season and monensin sodium on the digestive characteristics of autumn and spring pasture fed to sheep. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1052-1058, 2001.

MARTIN, G.B.; RODGER, J.; BLACHE, D. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. **Reproduction, Fertility and Development**, v.16, n.4, p.491-501, 2004.

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**, n.187, p.35-39, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D.C.: The National Academy Press, 2007. 362p.

RADOSTITS, O.; GAY, C.C.; BLOOD, D.C.; HINCHLIFF, K.W. **Clínica veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos**. 9ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 1737p.

SILVA, T.S.; BUSATO, K.C.; ARAGÃO, A.S.L. CHIZZOTTI, M.L.; PEREIRA, G.R.L.; BARBOSA, L.; SILVA, S.L.. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes níveis de manga em substituição ao milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2009, Maringá. **Anais...Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. (CD ROOM)**.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS/STAT User's Guide**. Version 9.2. Cary, NC: SAS Institute, 2009.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca, NY: New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VENDRAMINI, T.H.A.; TAKIYA, C.S.; SILVA, T.H.; ZANFERARI, F.; RENTAS, M.F.; BERTONI, J.C.; CONSETINI, C.E.C.; GARDINAL, R.; ACEDO, T.S.; RENNÓ, F.P. Effects of a blend of essential oils, chitosan or monensin on nutrient intake and digestibility of lactating dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.214, p.12-21, 2016.

WENCELOVÁ, M., VÁRADYOVÁ, Z., MIHALIKOVÁ, K., KĚSIDAYOVÁ, S., JALČ, D., 2014. Evaluating the effects of chitosan, plant oils, and different diets on rumen metabolism and protozoan population in sheep. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**. v.38, n.1, p.26-33, 2014.

## VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de quitosana mostra-se bastante promissora na dinâmica da fermentação ruminal. A pesquisa tem mostrado melhoras quanto à disponibilidade energética, sendo um dos fatores preponderantes, a diminuição na produção do metano, que consequentemente desvia para uma rota mais eficiente o aproveitamento da energia. Pode ser ressaltado ainda, o ganho ambiental.

Nos estudos realizados até o momento o nível de 150 mg de quitosana/kg de peso corporal é a que melhor representa os benefícios deste aditivo sobre o consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio, síntese microbiana e aumento na proporção de ácidos graxos insaturados na carcaça. Porém as variáveis de desempenho, bem como rendimento de carcaça, não foram constatadas melhorias significativas sobre seus índices, sob os diferentes níveis de inclusão.

A partir dessa ótica, sugerem-se mais estudos buscando informações sobre a dinâmica de ação da quitosana no ambiente ruminal, uma vez que estes mesmos ensaios mostram efeitos de natureza quadrática, em maiores níveis de quitosana para algumas variáveis, e acima de tudo a viabilidade econômica, pois em razão do desempenho justifica-se o custo/benefício, para inclusão ou não na dieta de ruminantes.