

Novos Desafios da Pesquisa em Nutrição e Produção Animal

Edição 2019



ORGANIZADORES:

Prof. Dr. Paulo Henrique Mazza Rodrigues
Profa. Dra. Cristiane Soares da Silva Araújo
Profa. Dra. Angelica Simone Cravo Pereira
Prof. Dr. Augusto Hauber Gameiro
Prof. Dr. Marcio Antonio Brunetto
Prof. Dr. Cesar Augusto Garbossa Pospissil
Prof. Dr. Ricardo Vieira Ventura



NOVOS DESAFIOS DA PESQUISA EM NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO ANIMAL

Edição 2019

ORGANIZADORES

Prof. Dr. Paulo Henrique Mazza Rodrigues
Profa. Dra. Cristiane Soares da Silva Araújo
Profa. Dra. Angelica Simone Cravo pereira
Prof. Dr. Augusto Hauber Gameiro
Prof. Dr. Marcio Antonio Brunetto
Prof. Dr. Cesar Augusto Garbossa Pospissil
Prof. Dr. Ricardo Vieira Ventura

**Programa de Pós-Graduação em Nutrição
e Produção Animal**

ISBN: 978-85-60014-36-1

Edição: 2019

Direitos autorais

Os organizadores autorizam a reprodução total ou parcial deste trabalho, para qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

O conteúdo e revisão ortográfica são de inteira responsabilidade de seus autores.

Edição

Editora 5D

Rua João Wegmuller, 934 - Jardim Bandeirantes

Pirassununga - SP - CEP: 13.631.660 - Tel.: 19 3561-4635

contato@5dpublicidade.com.br

www.5dpublicidade.com.br

Capa e Editoração Eletrônica

Alexandre Rais

Elaine Machado

Amanda Segobe

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virnie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal / organização Rodrigues, Paulo Henrique Mazza.... [et al.]. - Edição 2019 - Pirassununga: 5D Editora, 2019. 336 p. : il.

Pesquisa desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Nutrição e Produção Animal do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

ISBN: 978-85-60014-36-1

1. Nutrição animal 2. Produção animal I. Rodrigues, Paulo Henrique Mazza II. Araújo, Cristiane Soares da Silva III. Pereira, Angélica Simone Cravo IV. Gameiro, Augusto Hauber V. Brunetto, Marcio Antonio VI. Pospissil, Cesar Augusto Garbossa. VII. Ventura, Ricardo Vieira VIII. Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal. IX Universidade de São Paulo, Departamento de Nutrição e Produção Animal. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia.

CAPÍTULO VIII

TEORES DE FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO E INCLUSÃO DE NARASINA SOBRE O DESEMPENHO, FERMENTAÇÃO RUMINAL, MORFOLOGIA E HISTOLOGIA DAS PAPILAS RUMINAIS DE CORDEIROS

**Lairana Aline Sardinha¹, Ariany Faria de Toledo², Arnaldo Cintra Limede¹,
Thamires Ubices Sturion², Rhaíssa Garcia de Assis², Alexandre Arantes
Miszura¹, José Paulo Roman Barroso¹, André Storti Martins¹, Janaina
Socolovski Biava², Evandro Maia Ferreira², Alexandre Vaz Pires^{1,2}, Daniel
Montanher Polizel^{1,2}**

¹ Departamento de Nutrição e Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ/USP

² Departamento de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar dois teores de fibra em detergente neutro (FDN) na dieta de cordeiros, com a inclusão ou não de narasina. Foram utilizados 44 cordeiros em delineamento experimental de blocos completos casualizados, com quatro tratamentos e onze repetições. O arranjo de tratamentos foi um fatorial 2 × 2, sendo o fator I dietas contendo 20 ou 25% de FDN (na MS) e o fator II a inclusão ou não de 13 mg de narasina/kg de MS. Os cordeiros foram confinados por um período 112 dias. A pesagem dos animais foi realizada após jejum alimentar de 14 horas, nos dias 0 e 112 dias, sendo calculado o ganho médio diário (GMD). Ao fim do período de confinamento os animais foram abatidos. Após a evisceração foi realizada a colheita do fluido e epitélio ruminal. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Proc Mixed do SAS 9.0, e considerado significativo quando $P \leq 0,05$. Dietas contendo 25% de FDN resultaram em aumento no consumo de matéria seca (CMS) dos cordeiros e redução na eficiência alimentar (EA), sem alterar o GMD. Não houve efeito da narasina sobre o desempenho dos cordeiros. A inclusão de 25% de FDN assim como a inclusão de narasina resultou em aumento no pH ruminal. A utilização de 25% de FDN resultou em maior número de papilas no epitélio ruminal e reduziu a espessura de queratina. Já a inclusão da narasina aumentou a altura das papilas, a área das papilas, a área absorviva por cm² e reduziu a espessura de queratina. Em conclusão, os teores de FDN dietéticos afetam o

desempenho, o processo de fermentação e a morfologia do epitélio ruminal. Por outro lado, a inclusão de narasina na dieta apesar de não alterar o desempenho, otimizou o processo de fermentação e alterou positivamente as características do epitélio ruminal de cordeiros.

INTRODUÇÃO

Desde o início da civilização, o homem e os ruminantes dividem uma longa história de produção, sendo agora baseada na utilização de novas tecnologias, principalmente em relação aos aspectos nutricionais. O manejo nutricional, seja utilizando dietas com maior inclusão de concentrado ou volumoso, altera o processo de fermentação ruminal, modifica a população de microbiana, a motilidade do trato gastrointestinal e a absorção dos nutrientes. Dessa forma, a qualidade, a fonte e o processamento dos ingredientes utilizados na dieta e a manipulação da microbiota podem resultar em efeitos positivos na produção, uma vez que a fermentação ruminal está intimamente ligada à eficiência produtiva.

A redução nos teores de forragem na dieta de cordeiros confinados está sendo cada vez mais comum devido à dificuldade de produção, manejo operacional e armazenamento adequado de volumoso em determinadas localidades e épocas do ano. Consequentemente, a redução nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) resulta em maior densidade energética das dietas, o que pode refletir positivamente no desempenho animal, com aumento no ganho de peso e eficiência alimentar (EA). Por outro lado, a redução no teor de fibra pode acarretar na ocorrência de distúrbios metabólicos, como acidose, que por sua vez pode causar efeitos deletérios a saúde do epitélio ruminal, comprometendo a absorção dos produtos da fermentação ruminal. Nesse sentido, a inclusão de teores adequados de fibra na dieta de cordeiros é de grande importância afim de conciliar a saúde ruminal e o desempenho animal.

Uma das maneiras mais estudadas e utilizadas para manipular o processo de fermentação ruminal é pelo uso de aditivos alimentares. O aumento na retenção de energia, no ganho de peso, na EA, e a redução na ingestão de matéria seca, na produção de metano e na ocorrência de distúrbios metabólicos são algumas das consequências do uso de aditivos em dietas de ruminantes (Tedeschi, 2003; Duffield et al., 2012; González et al., 2012). Em dietas contendo elevado teor de concentrado, principalmente quando o milho é o principal ingrediente energético, a utilização de aditivos alimentares é de grande importância para otimizar os processos positivos (produção de propionato) e minimizar a ocorrência dos processos negativos (metanogênese).

Nesse sentido é de grande interesse o amplo entendimento sobre os efeitos da manipulação da dieta, como teores de inclusão de fibra e utilização de aditivos

alimentares, sobre os processos fisiológicos dos ruminantes, como os processos de fermentação, o desenvolvimento do epitélio ruminal, e consequentemente, os efeitos sobre o desempenho animal.

CARACTERIZAÇÃO DO EPITÉLIO RUMINAL

Após nascerem, os ruminantes apresentam o retículo-rúmen pouco desenvolvido e não funcional, representando 30% do total dos quatro compartimentos (rúmen, retículo, omaso e abomaso). As principais mudanças em termos de desenvolvimento vão ocorrer no retículo-rúmen, o qual será colonizado por diferentes tipos de microrganismos e terá sua musculatura e parede interna (papilas) desenvolvida. O desenvolvimento ruminal envolve o aumento de volume e musculatura do órgão, a capacidade de ruminação, o desenvolvimento de populações microbianas capazes de degradar os carboidratos ingeridos, produzindo ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), consequentemente, aumentando a capacidade absorviva (Khan et al., 2008).

Com o desenvolvimento do rúmen, as proporções relativas dos compartimentos do trato digestório anterior se alteram, assemelhando-se à anatomia de um animal adulto. Esse desenvolvimento se deve a uma sucessão de fatores; como a disponibilidade de água e principalmente a presença de alimentos sólidos no rúmen, permitindo que haja colonização por microrganismos, promovendo o aumento da capacidade absorviva do epitélio ruminal, através do desenvolvimento de papilas saudáveis (Quigley, 1996).

Dietas contendo diferentes proporções de forragens e concentrado resultam em alterações marcantes no rúmen-retículo e omaso. O desenvolvimento anatômico (volume ruminal) é conseguido com a presença de alimentos grosseiros (volumosos), apesar de não afetar o desenvolvimento de papilas. Já a capacidade absorviva (epitélio absorvivo), que inclui tanto o desenvolvimento de papilas quanto a capacidade de metabolizar produtos finais da fermentação, está associado à presença de AGCC provenientes da fermentação dos alimentos com alto teor de amido (Bittar e Ferreira, 2011). Muitos fatores, como a natureza dos ingredientes sólidos oferecidos e a quantidade ingerida, podem afetar o desenvolvimento ruminal induzindo um estabelecimento precoce do ecossistema microbiano (Baldwin et al., 2004), aumentando os produtos de fermentação ruminal, como AGCC, e desencadeando o desenvolvimento do epitélio ruminal, proporcionando maior área de troca entre o conteúdo ruminal e a corrente sanguínea, permitindo com que o ruminante seja capaz não só de fermentar os alimentos sólidos como também utiliza-los como fonte de energia, que será utilizada para manutenção e crescimento. Dietas que promovem a produção de AGCC, especialmente o butírico

e o propiônico, estimulam o desenvolvimento do epitélio ruminal e aceleram a maturação deste órgão (Bittar et al., 2002). O epitélio ruminal é do tipo estratificado pavimentoso queratinizado formado por quatro camadas de celular distintas: basal, espinhosa, granulosa e córnea ou queratinizada (Lavker et al., 1969). A proliferação desse tipo de epitélio ocorre a partir da camada basal, onde as células entram em divisão mitótica conforme a necessidade de suprimento celular do epitélio. Estas, por sua vez, sofrem diferenciação e migram para as demais camadas do epitélio até alcançar a camada córnea e descamar para dentro do lúmen ruminal (Lavker e Matoltsy, 1970).

O tamanho e o formato das papilas são completamente dinâmicos, sujeitos às mudanças da dieta (Cunningham, 1992) e são responsáveis pelo aumento da área absorptiva, pois a maior parte da absorção de AGCC e outros metabólitos ocorrem em nível de papilas ruminiais, sendo que os AGCC servem como estimuladores do desenvolvimento das papilas (Cunningham, 1992). Com isso, pode-se explicar o fato de que em áreas de maior absorção, há um maior desenvolvimento de papilas ruminiais.

Sakata et al. (1980) descreveram que o rúmen se adapta ao aumento da ingestão de rações contendo elevada energia através da hiperplasia das células epiteliais, e que os AGCC, provenientes da fermentação ruminal, estimularam a mitose do epitélio ruminal em carneiros. No entanto, em estudos *in vitro*, os autores identificaram que a proliferação celular foi inibida, provavelmente devido à ausência de insulina, que parece ser o mediador da proliferação *in vivo*. Resende Júnior et al. (2006), concluíram que o aumento do índice mitótico, reflete em maior desenvolvimento de papilas e conseqüentemente uma maior área de absorção. Além disso, as papilas devem se desenvolver com ausência de lesões e ruminite. As dietas contendo elevado teor de concentrado geralmente favorecem as bactérias fermentadoras de amido no rúmen e tendem a resultar em maiores proporções molares de butirato e propionato (Schwartzkopf-Genswein et al., 2003). Em contraste, a ingestão de forragem promove o crescimento microbiano celulolítico e resulta em maiores proporções molares de acetato no rúmen (Žitnan et al., 1998).

A fonte de amido, o teor de inclusão na dieta, a quantidade de amido ingerido, o tamanho do grânulo de amido (1 a 38 μm), o formato (lenticular, poliedro ou esférico) e as interações entre amilose e compostos superficiais podem alterar a taxa de digestão enzimática dos cereais, conseqüentemente afetando a concentração de AGCC produzidos durante a fermentação ruminal. O processamento de grãos (por exemplo: laminação a vapor, laminação a seco e trituração) podem quebrar o pericarpo do grão, romper a matriz proteica e aumentar a área de superfície para ação enzimática, aumentando a taxa de fermentação (Huntington, 1997), com

provável redução no pH ruminal (Lesmeister e Heinrichs, 2004).

Quando o suprimento de carboidratos não fibrosos é aumentado abruptamente, os AGCC produzidos pelos microrganismos no rúmen e a proporção de ácido láctico, aumentam como resultado da maior taxa de fermentação. O lactato não está geralmente presente no rúmen em altas concentrações, no entanto, quando o rúmen é abruptamente suprido com elevadas quantidades de carboidratos não fibrosos, o acúmulo de ácido láctico ocorrerá (Owens et al., 1998). O lactato apresenta maior pKa (constante de dissociação) e, assim sendo, possui maior capacidade de reduzir o pH ruminal que AGCC (acetato, propionato e butirato; Dawson et al., 1997). Dessa forma, embora o uso de concentrados estimule de forma mais acentuada o desenvolvimento do tecido epitelial, o acúmulo de produtos finais de fermentação ruminal, por sua vez, aumenta a osmolalidade, causando a queda acentuada do pH ruminal e a morte de certas bactérias, podendo comprometer a ingestão e, por fim, o desempenho dos animais (Carter e Grovum, 1990). Como resultado, o desenvolvimento da mucosa ruminal é afetado positivamente pelas concentrações de AGCC no rúmen, mas negativamente pelas concentrações de lactato ruminal, incluindo outros efeitos negativos como à agregação de papilas, acidose, ruminite e paraqueratose do epitélio ruminal (Kay et al., 1969; Castells et al., 2013).

Geralmente, o pH do fluido ruminal é influenciado pela taxa de fermentação e absorção do AGCC, que, por sua vez, são afetadas pela taxa de passagem da digesta e pela capacidade de tamponamento do conteúdo ruminal (Williams et al., 1987). O pH baixo tem implicações importantes para a composição da população microbiana, resultando frequentemente em mudança populacional indesejada e digestão ineficiente de alimentos (Penner e Oba, 2009). Consequentemente, o pH baixo também diminui a motilidade ruminal (Krause e Oetzel, 2006) e aumenta a queratinização das papilas (Bull et al., 1965), resultando em diminuição do fluxo sanguíneo para a mucosa ruminal e redução da absorção de AGCC (Hinders e Owen, 1965), podendo causar, em situações extremas, danos permanentes na parede do rúmen. A inclusão de forragem ou de materiais fibrosos que não fermentem rapidamente (por exemplo, cascas de soja) pode ser benéfica no aumento e estabilização do pH no rúmen. A fibra dietética tamponiza o trato gastrointestinal através do efeito estimulador na ruminação e salivação (McBurney et al., 1983). Por esta razão, o estudo da histologia do epitélio ruminal, bem como sua capacidade de absorção, tende a auxiliar no esclarecimento de distúrbios metabólicos, como a acidose, decorrentes do fornecimento de dietas de alta energia.

TEOR DE FDN EM DIETAS PARA CORDEIROS

O confinamento é utilizado como umas das principais estratégias para

intensificar a terminação de cordeiros que serão destinados a produção de carne.

Este tipo de criação permite produção mais eficiente, sendo uma vantagem desse sistema o crescimento rápido dos animais quando comparados a criação em pastagem (Notter et al., 1991), uma vez que animais confinados e alimentados com dieta contendo elevado teor de concentrado se desenvolvem e atingem o peso de abate mais rapidamente, encurtando assim o ciclo de produção.

No entanto, o consumo mínimo de fibra pelo animal deve ser levado em consideração na formulação da dieta, para que a saúde do ruminal não seja prejudicada. O aumento da concentração de carboidratos não fibrosos na dieta, que são rapidamente fermentados no rúmen, associados à baixa quantidade de fibra fisicamente efetiva, podem reduzir o pH ruminal e a digestão da fração fibrosa, comprometendo a saúde ruminal e, consequentemente, prejudicando o desempenho do animal.

A utilização de dietas com maiores inclusões de volumoso podem levar a uma regulação física do consumo devido ao efeito físico de enchimento provocado pelo teor de fibra (Mertens, 1997), desta maneira, pode afetar negativamente o consumo de nutrientes e o desempenho animal. Geralmente, cordeiros alimentados com dietas contendo elevado teor de volumoso apresentam baixo ganho médio diário (GMD), sendo relatado ganhos abaixo de 100 g/animal/dia (Poli et al., 2008). Portanto, estudos que avaliem a eficiência do uso de diferentes relações volumoso:concentrado poderão contribuir com a busca da eficiência produtiva e econômica da terminação de cordeiros em confinamento.

Alguns sistemas nutricionais utilizados para formulação de dietas de pequenos ruminantes estabelecem requisitos mínimos para os teores de FDN (20 e 24,5%), sendo que abaixo do valor de 20% a fermentação e os microrganismos seriam prejudicados, assim como, a síntese de proteína microbiana. Kozloski et al. (2006) ao avaliar dietas com diferentes níveis de FDN na dieta para cordeiros confinados (20% e 40%) não encontraram efeito da dieta sobre o pH ruminal. Gallo et al. (2019) ao avaliar dietas contendo 15, 20 e 25% de FDN para cordeiros em confinamento também não encontraram efeito da dieta sobre o pH ruminal e a concentração de AGCC. Além disso, os autores observaram que a inclusão de 25% de FDN aumentou o consumo de matéria seca (CMS), entretanto, não houve efeito sobre o GMD e peso final dos cordeiros após 50 dias de confinamento. Estes estudos mostram que dietas com 15% de FDN não resultam em efeitos prejudiciais ao processo de fermentação ruminal. Com isso, o possível aumento na quantidade de concentrado na dieta e diminuição nos teores de FDN poderiam trazer benefícios na produção de cordeiros. Entretanto, é importante ressaltar que existem poucos trabalhos avaliando os efeitos dos teores de FDN em dietas contendo elevado teor

de concentrado sobre a morfologia e a histologia do epitélio ruminal.

NARASINA NA NUTRIÇÃO DE OVINOS

A narasina é um antibiótico ionóforo de classe não compartilhada, produzida pelas bactérias *Streptomyces aureofaciens* (Berg e Hamill, 1978), com capacidade de alterar os gradientes iônicos e potenciais elétricos nas membranas celulares, prejudicando as funções e o metabolismo de células microbianas. Assim como outros ionóforos (monensina, lasalocida e salinomycin), a narasina é eficaz no controle da população de bactérias Gram-positivas, resultando em maior proporção molar de propionato, redução no acetato e, consequentemente, redução na relação acetato:propionato, além de aumentar a concentração total de AGCC no fluido ruminal (Polizel et al., 2018), o que resulta em ganhos energéticos no processo de fermentação. Nagaraja et al. (1987) demonstraram que baixas doses de inclusão de narasina resultaram em aumento na concentração de propionato quando comparado a monensina e lasalocida, além de apresentar maior capacidade de inibir a produção de ácido láctico quando comparados a outros aditivos ionóforos e não ionóforos. A narasina possui capacidade coccidiostática, característica muito importante quando se trata de nutrição de animais jovens, por serem mais susceptíveis a ocorrência de coccidiose.

Pesquisas avaliando a utilização de narasina para ovinos ainda são escassas, entretanto, os dados existentes na literatura mostram que a molécula possui grande potencial para uso nos mais diferentes estágios produtivos, como lactação, recria e terminação. A começar pelos efeitos da molécula sobre o processo de fermentação e digestibilidade dos nutrientes, trabalhos têm demonstrado que a inclusão de narasina aumentou a concentração ruminal de AGCC (Polizel et al., 2016a) e a digestibilidade aparente da FDN (Polizel et al., 2016b) em ovinos alimentados com dietas contendo elevado teor de volumoso de baixa qualidade (8,8% de PB). Por outro lado, Oliveira (2018) relatou que em dietas contendo elevado teor de forragem de alta qualidade (16% de PB) a inclusão de narasina além de aumentar a concentração total de AGCC no fluido ruminal, aumentou a proporção molar de propionato e reduziu a relação acetato:propionato. Em relação a dietas contendo elevado teor de concentrado (90% na MS) para cordeiros confinados, a inclusão de narasina aumentou a proporção molar de propionato e reduziu a relação acetato:propionato de maneira similar a monensina (Polizel et al., 2016c). Além disso, a narasina aumentou a digestibilidade da MS, matéria orgânica, PB, extrato etéreo e carboidratos não fibrosos (Polizel, 2017). Esses resultados demonstram que a narasina possui a capacidade de manipular os processos de fermentação no ambiente ruminal e alterar a digestibilidade dos nutrientes no trato gastrointestinal.

A nutrição das matrizes e dos cordeiros durante a fase de cria (período de lactação) é de grande importância para o sucesso da ovinocultura, uma vez que define o potencial de crescimento dos cordeiros na fase inicial de desenvolvimento.

Dois trabalhos avaliaram os efeitos da inclusão de narasina (13 mg/kg de MS) em dietas para ovelhas durante o período de lactação. Martins et al. (2018) relataram que a inclusão de narasina não afetou o CMS das ovelhas e aumentou em 22,2% na produção de leite. Além disso, os autores observaram que a narasina não afetou a porcentagem de gordura, lactose e sólidos totais do leite, entretanto, a narasina reduziu o teor de proteína do leite. Sardinha et al. (2018) também relataram que a inclusão de narasina não afetou o CMS e o aumento na produção de leite foi de 24,5%. Além disso, os autores relataram aumento na produção de gordura, proteína, lactose e sólidos totais. Nesse sentido, manejos nutricionais que aumentem a produção de leite da ovelha resultam em maior disponibilidade de nutrientes para os cordeiros, o que pode tornar o sistema produtivo mais viável por melhorar importantes índices zootécnicos, como a taxa de desmame e o peso corporal ao desmame.

Em muitos sistemas de criação a terminação de cordeiros é realizado em confinamento, com dietas contendo elevado teor de concentrado, tendo como principal ingrediente energético o milho moído. A utilização de aditivos alimentares que modulem o processo de fermentação e aumente a retenção de energia por parte dos animais é de grande interesse para aumentar a economicidade do sistema. Polizel et al. (2016d) observaram que a inclusão de 5, 10 e 15 mg de narasina/kg de MS em dietas contendo 90% de concentrado resultou em aumento linear no GMD, EA e peso final dos cordeiros ao final dos 56 dias de confinamento. Além disso, os autores observaram que os cordeiros alimentados com narasina apresentaram desempenho superior quando comparado aos cordeiros alimentados com dietas contendo monensina (25 mg/kg de MS).

A nutrição de animais de reposição durante a fase de recria geralmente é realizada em pastagem, ou seja, dietas contendo elevado teor de fibra. Alterações no processo de fermentação que otimizem a digestão da fração fibrosa podem resultar em ganhos produtivos, por isso, a utilização de aditivos pode ser uma das maneiras de otimizar fase de recria. Oliveira et al. (2018) avaliaram a inclusão de narasina (13 mg/kg de MS) e a frequência de fornecimento (diário, a cada dois dias ou a cada três dias) sobre o desempenho de cordeiros (as) alimentados com dietas contendo 95% de volumoso (11,2% de PB). Os autores relataram que o fornecimento diário de narasina ou a cada dois dias não afetou o CMS, entretanto, aumentou o GMD e a EA dos cordeiros (as), resultando em animais mais pesados ao final do período experimental (105 d).

Os resultados apresentados demonstram que a narasina é um aditivo com grande potencial de utilização para otimizar a produção de ovinos nas mais diferentes fases de criação. Entretanto, ainda existem margens para novas pesquisas sobre o uso da molécula, como, por exemplo, os efeitos sobre a produção de metano, características de carcaça, composição da carne e desenvolvimento do epitélio ruminal.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas instalações do Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, localizada na cidade de Piracicaba - SP- Brasil.

Foram utilizados 44 cordeiros machos não castrados, confinados em sistema de tie stall, ao abrigo de chuva e luz solar direta, com piso ripado, providos de bebedouro e cocho para fornecimento de ração e sal mineral.

O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, com quatro tratamentos e onze repetições, em arranjo fatorial 2×2 , sendo o fator I dietas contendo 20 ou 25% de FDN (na MS) e o fator II a inclusão ou não de 13 mg de narasina/kg de MS. Desta maneira, os tratamentos experimentais foram: I: dieta com 20% de FDN sem inclusão de narasina; II: 20% de FDN com a inclusão de 13 mg de narasina/kg de MS; III: dieta com 25% de FDN sem inclusão de narasina e IV: 25% de FDN com a inclusão de 13 mg de narasina/kg de MS.

Os animais foram agrupados por idade e grupo genético e os blocos definidos pelo peso no início do experimento. O experimento teve duração de 112 dias. Os cordeiros foram pesados após jejum alimentar de 14 horas, nos dias 0 e 112 dias, sendo calculado o GMD do período total.

As dietas experimentais foram formuladas através do programa “Small Ruminant Nutrition System 6.0” (Tabela 1). A composição química das dietas está descrita na Tabela 1.

O feno foi moído utilizando triturador (Nogueira® DPM – 4, Itapira, São Paulo, Brasil), provido de peneira com crivos de 10 mm. Posteriormente foram misturados o farelo de soja, milho, feno, ureia, calcário, cloreto de amônio e mistura mineral. Após a adição ou não da narasina (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, Brasil), a ração foi homogeneizada utilizando-se misturador horizontal com capacidade de 500 kg (Lucato®, Limeira, São Paulo, Brasil) durante 10 minutos. A cada batida de ração uma amostra foi colhida e conservada a -18°C para posterior análise.

As dietas experimentais foram fornecidas ad libitum, permitindo sobra entre 5 e 10% em relação ao ofertado. As sobras foram recolhidas e pesadas a cada 14

dias, para determinação do CMS. A EA foi calculada com base no GMD e CMS. As sobras foram compostas por tratamento, amostradas (10%) e armazenadas a -18°C. Foram realizadas análises bromatológicas das amostras de oferta e sobra, sendo os procedimentos adotados de acordo com AOAC (1990) e Van Soest et al. (1991). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA), do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, Piracicaba /SP.

Tabela 1. Proporção e composição química dos ingredientes das dietas experimentais (% na MS).

| Item | Dietas | | | |
|---------------------------|--------|------|-------|------|
| | 20FDN | | 25FDN | |
| | N0 | N13 | N0 | N13 |
| Ingredientes | | | | |
| Feno <i>Brachiaria</i> | 10,0 | 10,0 | 20,0 | 20,0 |
| Milho moído | 73,2 | 73,2 | 63,7 | 63,7 |
| Farelo de soja | 13,0 | 13,0 | 12,5 | 12,5 |
| Ureia | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 |
| Cloreto de amônia | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Calcário | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |
| Sal mineral | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Narasina, mg/kg de MS | 0,00 | 13,0 | 0,00 | 13,0 |
| Composição química | | | | |
| MS, % na MN | 88,4 | 86,8 | 88,4 | 87,8 |
| MO | 93,6 | 93,8 | 93,3 | 92,8 |
| PB | 17,5 | 17,2 | 17,6 | 17,1 |
| FDN | 20,0 | 20,0 | 25,0 | 25,0 |
| FDA | 8,0 | 8,0 | 11,0 | 10,0 |

20FDN= dieta contendo 20% de FDN na MS; 25FDN = dieta contendo 25% de FDN na MS; N0 = dieta sem a inclusão de narasina; N13 = inclusão de 13 mg de narasina/kg de MS. MS = matéria seca, MN = matéria natural; MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, FDN = fibra insolúvel em detergente neutro, FDA = fibra insolúvel em detergente ácido.

Ao final de 112 dias de confinamento os animais foram abatidos. Após a evisceração, o rúmen foi separado e seccionado para a colheita do líquido. O conteúdo amostrado foi filtrado em tecido de nylon de 150 microns para obtenção de aproximadamente 100 mL de líquido ruminal, sendo então feita a determinação do pH em pHmetro digital (DIGIMED DM20).

Para determinação de AGCC foram pipetados 1,6 mL de líquido ruminal, 0,4 mL de solução metafosfórica 3:1 a 25% com 98-100% de ácido fórmico e 0,2 mL de solução de ácido etil butírico (100 mM). As amostras foram centrifugadas a 15.000 g por 60 minutos a 4°C. Posteriormente, o extrato sobrenadante (\pm 1,2 mL) de cada amostra foi transferido para o vial cromatográfico. A partir deste extrato, foram injetados automaticamente pelo sistema injetora, 1 μ L em cromatógrafo a gás (CG HP 7890A; Injetor HP 7683B, tecnologias agilent) equipado com coluna capilar HP-FFAP (1909-112; 25M; 0,32 MM; 0,5 l, JeW Agilent Technologies). O gás de arraste utilizado foi H₂, mantido em fluxo de 31,35 ml/min. A temperatura do detector de injetor foi de 260° C. O tempo total de análise cromatográfica foi de 16,5 minutos, dividido em três rampas de aquecimento: 80 ° C (1 min), 120°C (20°C/3min) e 205°C (10°C/min, 2 min). A concentração de AGCC (mM) foi determinada com base em uma curva de calibração externa previamente estabelecida.

Após a colheita do conteúdo ruminal, foi realizada a remoção do excesso de tecido conjuntivo circundante, o esvaziamento do conteúdo e a lavagem do compartimento. Posteriormente, um fragmento de 5 cm² de epitélio foi colhido do saco cranial do rúmen.

As amostras do rúmen de cada animal foram imediatamente colocadas em um recipiente contendo uma solução de álcool 70% previamente separadas e identificadas e posteriormente refrigeradas por cerca de 24 horas para a realização das mensurações morfológicas macroscópicas da parede do rúmen.

Foi cortado um quadrado de 1 cm² do fragmento, coletado do saco cranial do rúmen, onde foram obtidos o número médio de papilas por cm² da parede (NMP), área média de papilas por cm² (AMP), área total de superfície absorviva por cm² de parede (ASA) e a representatividade das papilas na superfície absorviva em (%; RPSA).

O número médio de papilas por cm² foi a quantidade de papilas inseridas em cada fragmento contada manualmente por 3 avaliadores, onde o valor final foi a média das 3 contagens. A área média das papilas foi mensurada através da digitalização das imagens das papilas por meio do programa na análise de imagens UTHSCSA Image Tool, em que cada fragmento foi analisado a área de 12 papilas retiradas aleatoriamente da base do fragmento. A AMP será determinada pela média da área das 12 papilas.

Os fragmentos colhidos foram removidos do álcool 70% e submetidos a

análise histológica segundo metodologia descrita por Odongo et al. (2006).

Para análise histológica foi utilizado o programa Analisador Imagens Leica Qwin, contido no microscópio eletrônico de luz Leica. Foram analisadas altura, largura, área de papilas e espessura de epitélio queratinizado. As variáveis foram mensuradas em 10% do total das papilas obtidas na morfologia, sendo utilizado a média dessas observações para análise dos dados.

A altura da papila foi definida como sendo uma linha reta traçada da base ao ápice da papila. Para a mensuração da largura e espessura de queratina foram traçadas retas em quatro lugares distintos da papila e a média será considerada.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Procedimento MIXED do SAS (2002). Todos os dados foram analisados quanto à normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro Wilk, homogeneidade das variâncias através do teste de Levene e retirada dos outliers com base no valor do *t* de student.

Para análise dos dados foram considerados como efeito fixo o teor de FDN das dietas, a inclusão de narasina e a interação entre os fatores. O bloco foi adicionado no modelo como efeito aleatório. Para todas as variáveis respostas as médias foram obtidas através do comando LSMEANS. Durante a interpretação e discussão dos resultados foi adotado como efeito significativo quando $P \leq 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre teores de FDN na dieta e a inclusão de narasina para as variáveis relacionadas ao desempenho dos cordeiros (Tabela 2). Os teores de FDN nas dietas não afetaram o GMD ($P = 0,27$), resultando em mesmo peso ao final do período experimental ($P = 0,33$). Entretanto, dieta contendo 25% de FDN resultou em aumento no CMS dos cordeiros ($P = 0,04$) e, conseqüentemente, reduziu a EA ($P < 0,01$) quando comparado a dieta com 20% de FDN. A inclusão de 13 mg de narasina/kg de MS não afetou as variáveis relacionadas ao desempenho dos cordeiros ($P > 0,33$).

O consumo de alimento, é regulado e limitado tanto pelas exigências metabólicas como fisiológicas dos animais (Van Soest, 1994). O maior CMS pelos cordeiros alimentados com dietas contendo 25% de FDN pode ter sido influenciado pelo menor nível de energia na dieta, visto que o aumento na inclusão de feno ocorreu em decorrência da redução na inclusão do milho (diminuição de aproximadamente 13%). Turino et al. (2007) observaram aumento no CMS conforme o aumento na inclusão de fibra na dieta e afirmaram que isso ocorre devido ao efeito de diluição da energia da dieta. Essa compensação no CMS pode acontecer desde que não haja limitação física para o consumo (Mertens et al., 1994).

Além disso, a maior inclusão de fibra torna a dieta mais segura do ponto de

vista de fermentação ruminal, pois há maior estímulo para o processo de ruminação, resultando em maior salivação e, conseqüentemente, elevação do pH ruminal (Mendes et al., 2010).

Avaliando o efeito da narasina sobre o desempenho de cordeiros, Polizel et al. (2016d) utilizando concentrações crescentes de narasina (5, 10 e 15 mg/kg de MS), controle (sem ionóforo) e 25 mg de monensina/kg de MS em dietas contendo elevado teor de concentrado, concluíram que a narasina aumentou linearmente o GMD, peso corporal final e a EA dos cordeiros. Além disso, a narasina apresentou resultados superiores quando comparado a monensina. Entretanto, no presente estudo, não foi observado o efeito da narasina sobre as variáveis relacionadas a desempenho.

Tabela 2. Desempenho de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes teores de FDN com a inclusão ou não de narasina.

| Item | Dietas ¹ | | | | EPM | Valor de <i>P</i> ² | | |
|-----------|---------------------|-------|-------|-------|------|--------------------------------|------|------|
| | 20FDN | | 25FDN | | | F | N | F×N |
| | N0 | N13 | N0 | N13 | | | | |
| Peso, kg | | | | | | | | |
| Inicial | 24,25 | 24,15 | 24,17 | 24,26 | 1,06 | 0,93 | 0,97 | 0,66 |
| Final | 51,45 | 51,33 | 50,17 | 50,33 | 1,57 | 0,33 | 0,99 | 0,91 |
| GMD, kg | 0,243 | 0,244 | 0,232 | 0,233 | 0,01 | 0,27 | 0,91 | 0,97 |
| CMS, kg/d | 1,099 | 1,052 | 1,146 | 1,139 | 0,04 | 0,04 | 0,41 | 0,54 |
| EA | 0,221 | 0,231 | 0,203 | 0,206 | 0,01 | <0,01 | 0,33 | 0,63 |

120FDN = dieta contendo 20% de FDN na MS; 25FDN = dieta contendo 25% de FDN na MS; N0 = dieta sem a inclusão de narasina; N13 = inclusão de 13 mg de narasina/kg de MS.

2F = efeito dos teores de FDN; N = efeito da inclusão da narasina; F×N = efeito da interação entre teores de FDN e inclusão de narasina

Houve interação entre teor de FDN da dieta e a inclusão de narasina para a proporção molar de propionato ($P = 0,02$), isovalerato ($P = 0,01$) e relação acetato:propionato ($P < 0,01$). A inclusão de narasina aumentou o propionato em dietas contendo 25% de FDN, entretanto, não houve efeito da narasina em dietas contendo 20% de FDN. Conseqüentemente, a utilização de 13 mg de narasina reduziu a relação acetato:propionato nas dietas contendo maior teor de FDN, entretanto, não foi observado efeito nas dietas contendo 20% de FDN. Além disso, a

inclusão de narasina reduziu a proporção molar de isovalerato em dietas com 25% de FDN, não havendo efeito nas dietas contendo 20% de FDN (Tabela 3).

As dietas contendo 20% de FDN apresentaram menor proporção molar de acetato ($P < 0,01$), isobutirato ($P = 0,01$) e menor pH ruminal ($P = 0,04$), entretanto, aumentaram a proporção molar de valerato ($P = 0,01$) em relação a 25FDN. Não houve efeito dos teores de FDN sobre as demais variáveis (Tabela 3).

A inclusão de narasina reduziu a proporção de acetato ($P < 0,01$), não sendo observado efeito nos demais AGCC. Além disso, a narasina aumentou a concentração total de AGCC ($P < 0,01$) e o pH ruminal ($P = 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros de fermentação ruminal de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes teores de FDN com a inclusão ou não de narasina.

| Item | Dietas ¹ | | | | EPM | Valor de P ² | | |
|--------------------|---------------------|-------|-------|-------|------|-------------------------|-------|-------|
| | 20FDN | | 25FDN | | | F | N | F×N |
| | N0 | N13 | N0 | N13 | | | | |
| AGCC, mM/100mM | | | | | | | | |
| Acetato | 50,54 | 45,83 | 60,59 | 49,40 | 1,79 | <0,01 | <0,01 | 0,07 |
| Propionato | 34,03 | 37,70 | 25,35 | 37,14 | 1,75 | 0,01 | <0,01 | 0,02 |
| Isobutirato | 0,71 | 0,80 | 1,26 | 0,90 | 0,13 | 0,01 | 0,29 | 0,09 |
| Butirato | 8,03 | 11,06 | 8,31 | 8,82 | 1,32 | 0,46 | 0,18 | 0,34 |
| Isovalerato | 0,94 | 1,20 | 2,84 | 1,52 | 0,29 | <0,01 | 0,06 | 0,01 |
| Valerato | 4,11 | 3,04 | 1,74 | 2,22 | 0,55 | 0,01 | 0,58 | 0,16 |
| Acetato:propionato | 1,54 | 1,26 | 2,57 | 1,42 | 0,14 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Total, mM | 97,3 | 114,5 | 75,0 | 116,2 | 8,62 | 0,20 | <0,01 | 0,15 |
| pH | 6,11 | 6,40 | 6,41 | 6,57 | 0,11 | 0,04 | 0,05 | 0,57 |

120FDN = dieta contendo 20% de FDN na MS; 25FDN = dieta contendo 25% de FDN na MS; N0 = dieta sem a inclusão de narasina; N13 = inclusão de 13 mg de narasina/kg de MS.

2F = efeito dos teores de FDN; N = efeito da inclusão da narasina; F×N = efeito da interação entre teores de FDN e inclusão de narasina

O aumento da proporção de acetato e da relação acetato:propionato com o aumento no teor de FDN na dieta ocorre uma vez que as bactérias fibrolíticas produzem mais acetato, enquanto as amilolíticas tendem produzir mais propionato (Blaxter, 1962). Em geral, quando se diminui a proporção volumoso:concentrado, também diminui a relação acetato:propionato no fluido ruminal (Annison e Armstrong,

1970).

Assim como no presente estudo, Fuller e Johnson (1981) também relataram diminuição na relação acetato:propionato com a adição de ionóforos em dietas com alto teor de concentrado. Os ionóforos (monensina, lasalocida, salinomina e narasina) são moléculas lipofílicas que atuam sobre a membrana de bactérias (Pressman, 1976) reduzindo a atividade e a população de bactérias Gram-positivas (McGuffey et al., 2001), protozoários e inibindo fungos (Bergen e Bates, 1984). O efeito gerado pelo uso destes ionóforos é a alteração no processo de fermentação ruminal, sendo relatado o aumento na produção de propionato, queda no butirato (Ellis et al., 2012), diminuição na população das bactérias produtoras de lactato, aumento na estabilidade do pH ruminal (Coe et al., 1999) e diminuição na produção de metano (Russel e Strobel, 1989).

Ácidos graxos de cadeia ramificada (AGCR) (isobutírico, isovalérico) são compostos essenciais para os microorganismos que degradam a fibra e também para aqueles que degradam carboidratos não fibrosos (Bryant, 1995). No presente estudo, o aumento nas proporções do isovalérico e isobutírico nas dietas com maiores teores de FDN pode ser um indicativo de aumento da eficiência das bactérias fibrolíticas na degradação da fibra. Cline et al. (1966) observaram o aumento na digestão da celulose em carneiros que receberam AGCR.

Alguns trabalhos têm demonstrado a capacidade da narasina em aumentar a concentração total de AGCC no fluido ruminal em animais alimentados com dietas contendo elevado teor de volume (Polizel et al., 2016a; Polizel et al., 2018; Miszura et al., 2018). Esse efeito pode ser associado a maior eficiência do processo de fermentação dos carboidratos da dieta. Pelo nosso conhecimento, o presente estudo foi um dos primeiros a relatar aumento nos AGCC totais em dietas contendo elevado teor de concentrado.

Dietas contendo elevado teor de amido resultam em maior taxa de fermentação fazendo com que ocorra queda no pH ruminal, favorecendo o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico, resultando em aumento na concentração de ácido láctico no ambiente ruminal (Owens et al., 1998). O lactato apresenta maior capacidade de acidificação do meio quando comparado com os AGCC comumente produzidos no rúmen, promovendo assim maior efeito na redução do pH ruminal (Dawson et al., 1997). Nesse sentido, o aumento na quantidade de carboidratos fibrosos, que estimulem a ruminação, resulta em elevação no pH ruminal, minimizando os riscos de ocorrência de acidose (Owens et al., 1998). No presente estudo foi possível observar que o aumento nos teores de FDN resultou em elevação no pH ruminal. Além disso, a inclusão de narasina também resultou em alterações no processo fermentativo e, consequente, aumento no pH do fluido

ruminal. Quando adicionados à dieta, os ionóforos diminuem a população das bactérias produtoras de lactato e aumentam a estabilidade do pH ruminal (Coe et al., 1999). Nagaraja et al. (1987) observaram que a narasina foi mais eficaz na inibição da produção de ácido láctico em relação à monensina e lasalocida. Deste modo, a narasina se torna uma importante alternativa na nutrição de ruminantes quando se tem como objetivo o controle da microbiota ruminal e manipulação da fermentação ruminal

Não houve interação entre teores de FDN da dieta e a inclusão de narasina sobre as variáveis relacionadas a morfologia e histologia das papilas ruminais dos cordeiros (Tabela 4). A utilização de dietas contendo 25% de FDN resultou em maior número de papilas no epitélio ruminal por cm² (P = 0,04) e reduziu a espessura de queratina (P = 0,05). Não houve efeito do teor de FDN sobre as demais variáveis analisadas.

Tabela 4. Morfologia e histologia das papilas ruminais de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes teores de FDN com a inclusão ou não de narasina.

| Item | Dietas ¹ | | | | EPM | Valor de P ² | | |
|----------------------------|---------------------|-------|-------|-------|------|-------------------------|------|-------|
| | 20FDN | | 25FDN | | | F | N | F × N |
| | N0 | N13 | N0 | N13 | | | | |
| Nº de papilas/cm² | 60,63 | 63,97 | 66,31 | 70,66 | 2,85 | 0,04 | 0,19 | 0,86 |
| Altura de papila, mm | 2,13 | 2,93 | 2,17 | 2,44 | 0,26 | 0,39 | 0,04 | 0,31 |
| Largura de papila, mm | 0,43 | 0,40 | 0,39 | 0,41 | 0,02 | 0,39 | 0,66 | 0,12 |
| Área de papila, mm² | 0,92 | 1,26 | 0,92 | 1,02 | 0,10 | 0,22 | 0,04 | 0,24 |
| Espessura de queratina, µm | 21,25 | 18,98 | 19,34 | 18,22 | 0,65 | 0,05 | 0,02 | 0,39 |
| Área absorviva, cm²/cm² | 2,03 | 2,50 | 2,10 | 2,30 | 0,16 | 0,69 | 0,04 | 0,41 |
| Área papila, % da AB² | 55,34 | 63,46 | 56,26 | 61,16 | 2,20 | 0,80 | 0,02 | 0,55 |

120FDN = dieta contendo 20% de FDN na MS; 25FDN = dieta contendo 25% de FDN na MS; N0 = dieta sem a inclusão de narasina; N13 = inclusão de 13 mg de narasina/kg de MS.

2F = efeito dos teores de FDN; N = efeito da inclusão da narasina; F×N = efeito da interação entre teores de FDN e inclusão de narasina

A inclusão de 13 mg de narasina/kg de MS não afetou o número médio de papilas por cm², a largura das papilas e a espessura do tecido absorvivo. Entretanto, a inclusão da narasina aumentou a altura das papilas (P = 0,04), a área das papilas (P = 0,04), a área absorviva por cm² (P = 0,04) e a representatividade da área

das papilas em relação a área total absorviva ($P = 0,02$). Além disso, a inclusão de narasina reduziu a espessura de queratina ($P = 0,02$; Tabela 4).

Segundo Costa et al. (2003) os alimentos oferecidos exercem grande influência tanto macroscopicamente quanto microscopicamente, interferindo no desenvolvimento das papilas do rúmen. Uma vez que os AGCC produzidos são influenciados pela composição da dieta, é importante atentar-se que dietas contendo maiores inclusões de concentrado (principalmente amido) estimulam a produção de propionato e maiores inclusões de volumoso (fibra) estimulam a produção de acetato. Ou seja, a composição da dieta tem relação direta com questões morfológicas e histológicas do epitélio ruminal.

Dietas com alta taxa de fermentação proporcionam maior espessura de camada de queratina no rúmen, devido a maior vacuolização observada nas células do estrato queratinizado do rúmen, provocando um efeito abrasivo sobre a queratina da mucosa ruminal. Deste modo, maior vacuolização celular, ou seja, o aumento do tamanho das células mortas que compõem a camada, fato que ocorre quando a taxa de morte é superior a taxa de regeneração tecidual.

A camada queratinizada configura deste modo uma importante barreira protetora, que dificulta a entrada de microorganismos invasores e a ação de substâncias agressoras ao epitélio. Pode-se observar no presente estudo a diminuição da espessura de queratina nas dietas com maior teor de FDN, ou seja, mostrando que este tipo de dieta para cordeiros em confinamento torna o rúmen um ambiente menos agressivo ao epitélio ruminal. A utilização de narasina também fez com que a espessura de queratina fosse reduzida, devido ao fato de que a molécula apresenta a capacidade de manter o pH ruminal mais elevado em situações de mudança abruptas nas dietas como relatado por Polizel et al. (2017).

A altura, a espessura e o formato das papilas dependem da composição energética da alimentação. Para que ocorra um crescimento na altura das papilas, é exigido uma demanda grande de energia, que deve ser consumida através do alimento oferecido (Cavalcanti, 2014). Como a inclusão do ionóforo proporcionou maior quantidade de propionato, pode-se inferir que houve maior disponibilidade de substrato para o crescimento das papilas. De acordo com Lesmeister e Heinrichs (2004), a altura das papilas pode ser utilizada como o principal parâmetro de desenvolvimento do epitélio do rúmen, sendo o fator que melhor representa o efeito do tratamento no desenvolvimento ruminal.

A área de superfície das papilas, juntamente com o número de papilas por cm^2 , determinará a área absorviva total. O aumento desta, resultará em maior capacidade de absorção do epitélio ruminal, resultando em menor acúmulo de AGCC no rúmen e maior estabilidade do pH (Wang et al., 2009). Nesse sentido,

a utilização de aditivos alimentares que aumentem a área total absorviva é de grande interesse, especialmente em dietas contendo elevado teor de concentrado, resultando em efeitos benéficos ao ambiente ruminal, assim como, ao metabolismo energético do animal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O teor de FDN incluído em dietas para cordeiros confinados exerce importante efeito sobre o desempenho animal, fermentação ruminal, morfologia e histologia das papilas. Ambos os teores avaliados resultaram em mesmo peso final aos 112 dias de confinamentos, entretanto, com maior EA quando utilizado 20% de FDN. Por outro lado, a inclusão de 25% de FDN garantiu elevação do pH ruminal, o que pode conotar uma fermentação mais segura. Tal fato foi comprovado com a menor espessura de queratina das papilas quando utilizado maior teor de FDN nas dietas.

Em relação à inclusão de narasina, apesar de não ter sido observado efeito sobre o desempenho animal, esse foi o primeiro trabalho a avaliar os efeitos da molécula sobre a morfologia e histologia das papilas. Os resultados observados mostraram que a alteração causada pela narasina no processo de fermentação ruminal favoreceu o desenvolvimento e a saúde das papilas, sendo observado maior altura, área absorviva, e menor espessura de queratina. Essas alterações são de grande importância para cordeiros alimentados com dietas contendo elevado teor de concentrado, especialmente em confinamentos de longa duração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNISON, E. F.; ARMSTRONG, D. G. Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. England: Oriel Press, 1970. 422p.

AOAC. Official methods of analyses. 16th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington, D.C. 1990.
BALDWIN, R.L.; MCLEOD, K.R.; KLOTZ, J.L.; HEITMANN, R. N. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre-and postweaning ruminant. *Journal of Dairy Science*, v.87, p.55-65, 2004.

BERG, D.H.; HAMMIL, R.L. The isolation and characterization of narasin, a new polyether antibiotic. *Journal of Antibiotics*, v.31, p.1–6, 1978.

BERG, W.G.; BATES, D.B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. *Journal of Animal Science*, v.58, p.1465-1483, 1984.

BITTAR, C.M.; FERREIRA, L.S. Performance and plasma metabolites of dairy calves fed starter containing sodium butyrate, calcium propionate or sodium monensin. *Animal*, v.5 p.239-245, 2011.

BITTAR, C.M.M.; HUBER, J.T.; NUSSIO, L.G. Decoquinat, lasalocid and monensin for starter feeds and the performance of Holstein calves to 20 weeks of age. *Scientia Agricola*, Piracicaba, São Paulo, v.59, p.421-426, 2002.

BLAXTER, K.L. 1962. The energy metabolism of ruminants. Springfield, IL: Charles C. Thomas.

BRYANT, M.P.; DOESTCH, R.N. Factors necessary for the growth of *Bacteroids succinogenes* in the volatile acid fraction of the rumen fluid. *Journal of Dairy Science*, v.38, p.340-350, 1995.

BULL, L. S.; BUSH, L. J.; FRIEND, J. D.; HARRIS JR, B.; JONES, E. W. Incidence of ruminal parakeratosis in calves fed different rations and its relation to volatile fatty acid absorption. *Journal of Dairy Science*, v.48, p.1459–1466, 1965.

CARTER, R. R.; GROVUM, W. L. A review of the physiological significance of hypertonic body fluids on feed intake and ruminal function: Salivation, motility and microbes. *Journal of Animal Science*, v.68, p.2811–2832, 1990.

CASTELLS, L.; BACH, A.; ARIS, A.; TERRE, M. Effects of forage provision to young calves on rumen fermentation and development of the gastrointestinal tract. *Journal of Dairy Science*, v.96, p.5226–5236, 2013.

CAVALCANTI, L.F.L.; BORGES, I.; SILVA, V.L.; SILVA, F.V.; SÁ, H.C.M.; MACIEL, I.C.F.; PAULA, F.A.P.; COSTA, E.H.O. Morfologia dos pré-estômagos e de papilas ruminais de cordeiras Santa Inês em crescimento submetidas a dois planos nutricionais. Pesquisa Veterinária Brasileira, v.34, n.4, p.374-380, 2014.

CLINE, T.R.; GARRIGUS, U.S.; HATFIELD, E.E. Addition of branched chain and straight chain volatile fatty acids to purified diets and effects on the utilization of certain dietary components. Journal of Animal Science, v.25, p.734, 1966.

COE, M.L.; NAGARAJA, T.G.; SUN, Y.D.; Wallace, N.; Towne, E.G.; Kemp, K.E.; Hutcheson, J.P. Effect of virginiamycin on ruminal fermentation in cattle during adaptation to a high concentration diet and during an induced acidosis. Journal of Animal Science, v. 77, p. 2259-2268, 1999.

COSTA, R.G.; RAMOS, J.L.F.; MEDEIROS, A.N.; BRITO, L.H.R. Características morfológicas e volumétricas do estômago de caprinos submetidos a diferentes períodos de aleitamento. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v.40, p.118-125, 2003.

CUNNINGHAM, J.G. Tratado de Fisiologia Veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 564, 1992.

DAWSON, K. A.; RASMUSSEN, M. A.; ALLISON, M. J. Digestive disorders and nutritional toxicity. In: Hobson.; Stewart, C.S. (Ed.). The rumen microbial ecosystem.p.633-660, 1997.

DUFFIELD, T. F.; MERRILL, J. K.; BAGG, R. N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. Journal of Animal Science, v. 90, p. 4583-4592, 2012.

ELLIS, J.L.; DIJKSTRA, J.; BANNINK, A.; KEBREAB, E.; HOOK, S.E.; ARCHIBEQUE, S.; FRANCE, J. Quantifying the effect of monensina dose on the rumen volatile fatty acid profile in high-grain-fed beef cattle. Journal of Animal Science., v.90, p.2717-2726, 2012.

FULLER, J.R.; JOHNSON, D.E. Monensin and lasalocid effects on fermentation in vitro. Journal of Animal Science, v. 53, n 6, p.1574-1580, 1981.

GALLO, S.B.; BROCHADO, T.; BRANDI, R.A.; BUENO, I.C.S; PASSARELI, D.; GIRGLE, D.B.; BIRGEL JR, E.H. Implications of low fiber levels in finishing lambs on performance, health,

rumen and carcass parameters. *Tropical Animal Health and Production*, v.51, p.767-773, 2019.

GONZÁLEZ, L.A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; SCHWARTZKOPF GENSWEIN, K.S.; FERRET, A. Ruminal acidosis in feedlot cattle: interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). *Animal Feed Science and Technology*, v.172, p.66-79, 2012.

HINDERS, R. G.; OWEN, F. G. Relation of ruminal parakeratosis development to volatile fatty acid absorption. *Journal of Dairy Science*, v.48, p.1069–1073, 1965.

HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. *Journal Animal Science*, v.75, p.852–867, 1997.

KAY, M.; FELL, B. F.; BOYNE, R. The relationship between the acidity of the rumen contents and rumenitis in calves fed barley. *Research in Veterinary Science*, v.10, p.181–187, 1969.

KHAN, M.A.; LEE, H.J.; LEE, W.S.; KIM, H.S.; KIM, S.B.; PARK, S.B.; BAEK, K.S.; HA, J.K.; CHOI, Y.J. Starch source evaluation in calf starter: II. Ruminal parameters, rumen development, nutrient digestibility, and nitrogen utilization in Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, v.91, p.1140–1149, 2008.

KOZLOSKI, G.V.; TREVISAN, L.M.; BONNECARRÈRE, L.M.; HÄRTER, C.J.; FIORENTINI, G.; GALVANI, D. B.; PIRES, C. C. Levels of neutral detergent fiber in lambs diets: intake, digestibility and ruminal fermentation. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.5, p.893–900, 2006.

KRAUSE, K. M.; OETZEL, G. R. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, v.126, p.215–236, 2006.

LAVKER, R. M.; CHALUPA, W.; DICKEY, J. F. An electron microscopic investigation of rumen mucosa. *Journal of Ultrastructure Research*, v.28, p.1-15, 1969.

LAVKER, R. M.; MATOLTSY, A. G. The fate of cell organelles and differentiation products in ruminal epithelium. *Journal of Cell Biology*, v.44 , n.3, p.501-512, 1970.

LESMEISTER, K. E.; HEINRICHS, A. J. Development and Analysis of a Rumen Tissue Sampling Procedure. *Journal of Dairy Science*, v.87, p.1336-1344, 2004.

MARTINS, A. S., POLIZEL, D. M., FERRAZ JR., M. V. C., MISZURA, A. A., BARROSO, J. P. R., GOBATO, L. G. M., OLIVEIRA, G. B., BERTOLONI, A. V., PIRES, A. V. Narasin improves milk production of ewes. *Journal of Animal Science*, v. 96, Suppl. S3 p.478. 2018

MCBURNEY, M. I.; VAN SOEST, P. J.; CHASE, L. E. Cation exchange capacity and buffering capacity of neutral detergent fibers. *Journal of the Science of the Food and Agriculture*, v.34, p.910–916, 1983.

MCGUFFEY, R.K. et al. Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. *Journal of Dairy Science*, v.48 (E. Suppl.) p. E194-E203, 2001.

MENDES, C.Q.; TURINO, V.F.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MORAIS, J.B.; GENTIL, R.S. Comportamento ingestivo de cordeiros e digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p. 594-600, 2010.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.80, n.7, p.1463-1481. 1997.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. IN: FAHEY JR., G.C. (Ed) Forage quality evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy/ Crop Science. Society of America/soil science society of America. 1994.

MISZURA, A. A.; POLIZEL, D. M.; FERRAZ JR, M. V. C.; BARROSO, J. P. R.; GOBATO, L. G. M.; MARTINS, A. S.; OLIVEIRA, G. B.; FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V. Effects of feed additives on rumen parameters of steers fed a high-forage diet. *Journal of Animal Science*, v.96, Suppl. S3 p.442, 2018.

NAGARAJA, T.G.; TAYLOR, M.B.; HARMON, D.L.; BOYER, J.E. In vitro lactic acid inhibition and alterations in volatile fatty acid production by antimicrobial feed additives. *Journal of Animal Science*, v.65, p.1064–1076, 1987.

NOTTER, D.R.; KELLY, R.F.; MCCLAUGHERTY. Effects of ewe breed and management system on efficiency of lamb production: lamb growth, survival and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*, v.69, p.22-23, 1991.

ODONGO, N.E.; ALZAHAL, O.; LINDINGER, M.I.; DUFFIELD, T.F.; VALDES, E.V.; TERRELL, S.P.; MCBRIDE, B.W. Effects of mild heat stress and grain challenge on acid-base balance

and rumen tissue histology in lambs. *Journal of Animal Science*, v.84, p.447-455, 2006.

OLIVEIRA, G. B. Frequência de fornecimento de narasina na nutrição de ovinos. 2018. 64p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

OLIVEIRA, G.B.; POLIZEL, D.M.; FERRAZ JR., M.V.C.; MISZURA, A.A.; BERTOLONI, A.V.; BARROSO, J.P.R.; MARTINS, A.S.; SARDINHA, L.A.; PIRES, A.V. Effects of narasin supplementation frequency on lambs performance. *Journal of Animal Science*, v.96, Suppl. S3, p.472, 2018.

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

PENNER, G. B.; OBA, M. Increasing dietary sugar concentration may improve dry matter intake, ruminal fermentation, and productivity of dairy cows in the postpartum phase of the transition period. *Journal Dairy Science*, v.92, p.3341–3353, 2009.

POLI, C.H.E.C.; MONTEIRO, A.L.G.; BARROS, C.S.; MORAES, A.; FERNANDES, M.A.M.; PIAZZETTA, H.V.L. Meat sheep production on four different production systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.666–673, 2008.

POLIZEL, D. M. Utilização de narasina na nutrição de ovinos. 2017. 87p. Tese (Doutorado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

POLIZEL, D.M.; MARQUES, S.S.; WESTPHALEN, M.F.; SANTOS, M.H.; FERRAZ JR, M.V.C.; BIEHL, M.V.; SILVA, R.G.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. 2016 Monensin and levels of narasin on rumen metabolism in lambs fed high-concentrate diets. *Journal of Animal Science*, v.94 (E-Suppl. 5), p. 640, 2016c.

POLIZEL, D.M.; MISZURA, A.A.; FERRAZ JR, M.V.C.; BARROSO, J.P.R.; GOBATO, L.G.M.; OLIVEIRA, G.B.; BERTOLONI, A.V.; CAPPELLOZZA, B.I.; LOPES, C.; HOE, F.; PIRES, A.V. Effects of narasin on rumen parameters of steers fed a high-forage diet. *Journal of Animal Science*, v.96, Suppl. S3, p.446, 2018.

POLIZEL, D.M.; WESTPHALEN, M.F.; MISZURA, A.A.; SANTOS, M.H.; SILVA, R.G.; BERTOLONI, A.V.; OLIVEIRA, G.B.; BIEHL, M.V.; FERRAZ JUNIOR, M.V.C.; PIRES, A.V. Effect of narasin on rumen metabolism and dry matter intake in wethers fed high-forage diets.

POLIZEL, D.M.; WESTPHALEN, M.F.; MISZURA, A.A.; SANTOS, M.H.; SILVA, R.G.; BERTOLONI, A.V.; OLIVEIRA, G.B.; BIEHL, M.V.; FERRAZ JR, M.V.C.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. Effect of narasin on nutrient intake and digestibility wethers fed high-forage diets Journal of Animal Science, v.94 (E-Suppl. 5), p.807. 2016b.

POLIZEL, D.M.; WESTPHALEN, M.F.; SILVA, R.G.; MISZURA, A.A.; SANTOS, M.H.; FERRAZ JR, M.V.C.; BIEHL, M.V.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. Performance of lambs fed high concentrate-diets containing monensin or narasin. Journal of Animal Science, v.94(E-Suppl. 5), p.808, 2016d.

PRESSMAN, B.C. Antibiotics and their complexes. V.19. pp1-18 (Sigel, H., Ed.) Marcel Dekker, Inc. New York, 1985.

QUIGLEY, J. D. Influence of weaning method on growth intake and selected blood metabolites in Jersey calves. Journal of Dairy Science, v.79, p.2255–2260, 1996.

RESENDE JÚNIOR, J. C.; ALONSO, L. S.; PEREIRA, M. N. Effect of the feeding pattern on rumen wall morphology of cows and sheep. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v.43, p.526–536.

SAKATA, T.; HIKOSAKA, K.; SHIOMURA, Y.; TAMATE, H. Stimulatory effect of insulin on ruminal epithelium cell mitosis in adult sheep. British Journal of Nutrition, v.44, p. 325-331, 1980.

SARDINHA, L.A.; POLIZEL, D.M.; MISZURA, A.A.; BARROSO, J.P.R.; MARTINS, A.S.; OLIVEIRA, G.B.; LIMEDE, A.C.; FERRAZ JR., M.V.C.; PIRES, A.V. Lactation performance of ewes fed diet containing narasin. Journal of Animal Science, v.96, Suppl. S3, p.475, 2018.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; BEAUCHEMIN, K. A.; GIBB, D. J.; CREWS JR, D. H.; HICKMAN, D. D.; STREETER, M.; MCALLISTER, T. A.; Impact of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: A review. Journal of Animal Science, v.81, p.E149–E158, 2003.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminants diets. Journal of Environmental Quality, v. 32, p.1591-1602, 2003.

TURINO, V.F.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; MORAIS, J.B.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.C. Casca de soja na alimentação de cordeiros confinados: desempenho e características da carcaça. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v.8, n.3, p.495-503, 2007.

VAN SOEST, P.J. . *Nutritional ecology of the ruminant*, Ithaca: Cornell. v.2, p.476, 1994.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.3583-3596, 1991.

WANG, Y.H.; XU, M.; WANG, F.N.; YU, Z. P.; YAO, J.H.; ZAN, L.S.; YANG, F.X. Effect of dietary starch on rumen and small intestine morphology and digesta pH in goats. *Livestock Science*, v.122, p.48-52, 2009

WILLIAMS, P. E. V.; FALLON, R. J.; INNES, G. M.; GARTHWAITE, P. Effect on food intake, rumen development and live weight of calves of replacing barley with sugar beet-citrus pulp in a starter diet. *Animal Production*, v.44, p.65–73, 1987.

ŽITNAN, R.; VOIGT, J.; SCHONHUSEN, U.; WEGNER, J. KOKARDOVA, M.; HAGEMEISTER, H.; LEVKUT, M.; KUHLA, S.; SOMMER, A. Influence of dietary concentrate to forage ratio on the development of rumen mucosa in calves. *Archives of Animal Nutrition*, v.51, p.279–291, 1988.