GABRIELA BAGIO OLIVEIRA

Frequência de fornecimento de narasina na nutrição de ovinos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires

De acordo:

Orientador

São Paulo
2018

Obs: A versão original encontra-se disponível na Biblioteca da FMVZ/USP

GABRIELA BAGIO OLIVEIRA

Frequência de fornecimento de narasina na nutrição de ovinos

Pirassununga

2018

GABRIELA BAGIO OLIVEIRA

Frequência de fornecimento de narasina na nutrição de ovinos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires

Pirassununga

2018

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

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

T. 3688
FMVZ

Oliveira, Gabriela Bagio
Frequência de fornecimento de narsina na nutrição de ovinos / Gabriela Bagio
Oliveira. – 2018.
64 f. : il.

Mestrado (Dissertação) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2018.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires.

1. Ionóforos. 2. Volumoso. 3. Desempenho. 4. Propionato. I. Título.

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Efeito da frequência de fornecimento de narasina em ovinos alimentados com dietas contendo alto teor de volumoso.", protocolada sob o CEUA nº 1711141016, sob a responsabilidade de **Alexandre Vaz Pires e equipe; Gabriela Bagio Oliveira** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 10/05/2017.

We certify that the proposal "Effect of frequency of narasin supply in sheep fed diets high in roughage.", utilizing 56 Ovines (males and females), protocol number CEUA 1711141016, under the responsibility of **Alexandre Vaz Pires and team; Gabriela Bagio Oliveira** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 05/10/2017.

Finalidade da Proposta: Pesquisa

Vigência da Proposta: de 01/2017 a 06/2017

Área: Nutrição E Produção Animal

Origem: Animais provenientes de outros projetos

Espécie: Ovinos

sexo: Machos e Fêmeas

idade: 240 a 250 dias

N: 52

Linhagem: Dorper x Santa Inês e Santa Inês

Peso: 32 a 34 kg

Origem: Animais provenientes de outros projetos

Espécie: Ovinos

sexo: Machos

idade: 4 a 5 anos

N: 4

Linhagem: Dorper x Santa Inês e Santa Inês

Peso: 80 a 85 kg

Resumo: O projeto tem como objetivo avaliar o efeito da frequência do fornecimento de narasina no desempenho, parâmetros de fermentação ruminal, digestibilidade aparente dos nutrientes e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com dietas contendo alto teor de volumoso. Além disso, identificar o espaçamento ideal de fornecimento de narasina sem prejuízos ao animal. Experimento I: Serão utilizados 52 animais borregos, machos e fêmeas, sendo o delineamento utilizado de blocos completos casualizados. Os animais receberam feno de coastcross e milho moído (veículo ionóforo), sendo os tratamentos: CONTROLE, NARASINA 24 HORAS (13 ppm), NARASINA 48 (28 ppm) HORAS, NARASINA 72 HORAS (32 ppm). Será avaliado o desempenho dos animais. Duração de 105 dias, sendo dividido em quatro períodos de 21 dias. Os cordeiros serão pesados após jejum alimentar e hídrico de 14 horas, nos dias 0, 21, 42, 63, 84 e 105 dias. A cada intervalo de pesagem será calculado o ganho médio diário dos cordeiros. Experimento II: Serão utilizados 4 carneiros providos de cânulas ruminais. O delineamento experimental utilizado será o quadrado latino. Os animais receberam feno de coastcross, sendo os mesmos tratamentos do experimento I. Serão avaliados parâmetros ruminais e digestibilidade aparente dos nutrientes. O experimento terá duração de 160 dias, sendo que cada período terá duração de 24 dias, dos quais os primeiros 3 dias serão utilizados como [wash-out], sendo ofertado apenas feno de [coastcross] (os animais não serão alimentados com ionóforo). Do 4º ao 24º de cada período, os animais receberam as dietas experimentais, sendo as colheitas de dados realizadas nos 6 últimos dias de cada período.

Local do experimento: SIPOC (Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos) ESALQ USP

São Paulo, 12 de maio de 2017

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Roseli da Costa Gomes

Secretaria Executiva da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: OLIVEIRA, Gabriela Bagio

Título: **Frequência de fornecimento de narasina na nutrição de ovinos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Aos meus pais, **Max Angelson Oliveira e Tânia Terezinha Bagio**

À minha avó, **Mafalda Menez Pereira**

À minha irmã, **Graziela Bagio Oliveira**

Por tudo que fizeram por mim ao longo da minha vida, minha

eterna admiração e gratidão.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Max Angelson Oliveira e Tânia Bagio, pelo amor e apoio incondicional e principalmente por nunca medirem esforços para que eu e minha irmã tivéssemos tudo de melhor nessa vida.

A minha avó, Mafalda Pereira por sempre me dar forças e me ensinar a nunca desistir.

A minha irmã Graziela Bagio Oliveira (Pantufa/ Regininha), por sempre estar ao meu lado, minha melhor amiga.

A todos os meus familiares, meus tios e tias: tio Cesar Costa, tia Rita Bagio, tio José de Carlis e tia Silvia Bagio, ao meu amado primo Gabriel Bagio, em especial minha avó Terezinha Bagio, que sempre me acompanharam, rezaram e torceram pelo meu futuro, meu amor por vocês é imenso.

A Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus Botucatu e a todos os professores de graduação, que contribuíram para minha formação profissional e possibilitaram a realização do mestrado.

A Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/USP), em especial ao Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP), pela oportunidade da realização dessa importante fase da minha vida.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em especial ao Departamento de Zootecnia, pelas instalações cedidas, tornando possível a realização desse projeto.

Ao meu orientador, professor Alexandre Vaz Pires, por me aceitar como sua aluna de mestrado, pela disposição, pela amizade, pela paciência e por todos os ensinamentos profissionais e pessoais que contribuíram para minha formação, minha gratidão ao senhor é eterna.

A professora Ivanete Susin (ESALQ/USP), por todo auxílio pessoal e profissional.

Ao professor Evandro Maia (ESALQ/USP), pela contribuição em meu aprendizado e formação profissional.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Dr. Daniel Montanher Polizel, pela imensa amizade e pela enorme paciência e disposição diária em me ajudar pessoal e profissionalmente.

Ao Dr. Marcos Vinicius Ferraz Junior, pela amizade, pelo apoio diário, pela eterna paciência e pelos bons conselhos.

A todos os amigos que passaram pela salinha do Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA/ESALQ): Marcelo Henrique, Marcos Biehl, Raquel Mello, Elizângela Moreira, Renan Gomes, Ângelo Ribeiro, Vinícius Gouvêa, Thiago Andrade, Mariana Fontana (Tapi), Alexandre Miszura, José Paulo Barroso, Luiz Guilherme Mezzena (Rabicó), André Martins (Xena), Arnaldo Cintra (Pinguim), Lairana Sardinha (Mamuska), Janaína Biava e Francisco Montanaro (Kuoco) pela amizade e companheirismo construídos ao longo desse tempo dentro e fora da escola, vocês foram essenciais. Em especial, a Analisa Bertoloni (Nega/Ostra), por estar aqui comigo em todos os momentos e ser sempre minha companheira.

Aos funcionários do SIPOC: Seu Roberto Gonçalves, Adilson Rosa (Zica), Seu Marcos Polizel e Joseval Mandro. E também aos funcionários do LNRA: Danilo Grajal, Luciana Castelar, Jean Schimidt e ao Anderson Rodrigues por toda a ajuda.

Aos estagiários que passaram pelo LNRA: Preta, Jossi, Saladinha, Kidó, Pudim, Patrás, Doze, Avorai, Jirafalis, Durmiçido, Papiata, Simpatia obrigada pela ajuda. Em especial, a Letícia Pasqualino (Lakita) pela ajuda na condução dos experimentos.

Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram para condução dessa fase na minha vida.

Muito obrigada!

Epígrafe

“Nenhuma atividade no bem é insignificante, as mais altas árvores são oriundas de minúsculas sementes.”

Chico Xavier

RESUMO

OLIVEIRA, G. B. **Frequência de fornecimento de narasina na nutrição de ovinos.** [Frequency of supply of narasin in sheep nutrition]. 2018. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

O consumo na dose correta e principalmente na frequência adequada são as principais dificuldades do fornecimento de ionóforos para animais em dietas com elevado teor de volumoso. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da frequência do fornecimento de narasina no desempenho (Exp. I), parâmetros de fermentação ruminal, digestibilidade aparente dos nutrientes e balanço de nitrogênio (Exp. II) em ovinos alimentados com dietas contendo elevado teor de volumoso. As dietas experimentais foram compostas por 95% de feno de *coastcros* e 5% de milho moído. Os tratamentos utilizados foram: Controle (C): fornecimento do concentrado uma vez ao dia sem ionóforo, Narasina 24 horas (N24): fornecimento diário de narasina na dosagem de 13 mg de narasina /kg de MS, Narasina 48 horas (N48): fornecimento de narasina a cada 48 horas (dias alternados), sendo no primeiro dia ofertado 26 mg de narasina/kg de MS e no segundo dia foi fornecido apenas o milho moído (média receberam 13 mg de narasina/kg de MS), Narasina 72 horas (N72): fornecimento de narasina a cada 72 horas, sendo no primeiro dia ofertado 39 mg de narasina/kg de MS, já no segundo e terceiro dia fornecido apenas o milho moído sem ionóforo. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento MIXED do SAS (2002) e considerado efeito significativo quando $P \leq 0,05$. **Experimento I:** Foram utilizados 44 cordeiros ($33,31 \pm 0,59$ kg), sendo o delineamento experimental de blocos completos casualizados, com a duração de 105 dias. Não houve efeito para o CMS ($P = 0,28$), no entanto, a inclusão de narasina diariamente (N24) e a cada 48 horas (N48) aumentou o GMD dos animais ($P = 0,03$) e a EA ($P = 0,02$). **Experimento II:** Foram utilizados quatro borregos (Dorper x Santa Inês, castrados e providos de cânulas ruminais). O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4 x 4. O experimento teve duração total de 144 dias, divididos em quatro períodos de trinta e seis dias. Em cada período os doze primeiros dias foram utilizados como *wash-out*, do 13º ao 36º dia os animais receberam as dietas experimentais, a colheitas de dados (total de fezes, urina e de fluido ruminal) foram realizadas nos seis últimos dias de cada período. Não houve efeito na digestibilidade da MS e do FDN, os tratamentos N24 e N48 aumentaram a concentração molar de

propionato ($P < 0,01$), a concentração total de AGCC ($P < 0,01$) e diminuiu a relação acetato:propionato ($P < 0,01$). Com base nos dados obtidos é possível concluir que os tratamentos N24 e N48 aumentaram o peso final dos cordeiros, e alterou positivamente fermentação ruminal dos ovinos, por outro lado, a narsina mostrou diminuição na sua capacidade como moduladora da fermentação ruminal no intervalo de fornecimento maior que dois dias (72 horas/N72).

Palavras-chave: ionóforos, volumoso, desempenho, propionato.

ABSTRACT

OLIVEIRA, G. B. **Frequency of supply of narasin in sheep nutrition.** [Frequência do fornecimento de narasina na nutrição de ovinos.] 2018. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

The intake on the correct dosage and frequency are the main difficulties of supplying ionophores for animals on high forage diets. Therefore, the aim of this study was to evaluate the frequency of supplementation of narasin over performance (Exp. I), ruminal fermentation parameters, nutrient apparent digestibility and nitrogen balance (Exp. II) on sheep fed high forage diets. The experimental diets consisted on 95% *coastcross* hay and 5% ground corn used as a delivery vehicle of the additive. The treatments were: Control (C): daily supply of concentrate without the ionophore; narasin 24 hours (N24): daily supply of 13 mg of narasin/kg of DM; narasin 48 hours (N48): supply of narasin every 48 hours (every other day), being provided 26 mg of Narasin/kg of DM on the first day and only the ground corn on the second day (an average of 13 mg of narasin/kg of DM); narasin 72 hours (N72): supply of narasin every 72 hours (one day receiving the additive followed by two days without receiving it), being provided 39 mg of narasin/kg of DM on the first day and only the ground corn on the second and third days. The statistical analysis was done using the MIXED procedure on SAS (2002) and the effects were considered significant when $P \leq 0.05$. **Experiment I:** Were used 44 lambs (33.31 ± 0.59 kg) in a randomized block experimental design, the trial lasted 105 days. There was no effect for DMI ($P = 0.28$), the daily inclusion of narasin (N24) and every 48 hours (N48) increased the ADG ($P = 0.03$) and the FE ($P < 0.01$). **Experiment II:** Were used 4 male lambs (Dorper x Santa Inês, castrated and cannulated in the rumen) in a 4 x 4 Latin square experimental design. The trial lasted 144 days, divided in 4 periods of 36 days each. The first twelve days of each period were used as wash-out, from the 13th to the 36th day the animals received the experimental diets, and the data collection (feces, urine and ruminal fluid) were done on the last six days of each period. . It was not the effect on the digestibility of DM ($P = 0.30$) and NDF ($P = 0.14$). The daily inclusion of narasin (N24) and every 48 hours (N48) increased the molar concentration of propionate ($P < 0.01$), the total concentration of SCFA ($P < 0.01$) and reduced the acetate to propionate (acetate:propionate ratio) ratio ($P < 0.01$). Based on this data it was possible to

conclude that the daily supply of narasin (N24) and every 48 hours (N48) affected the performance and ruminal fermentation parameters on sheep, but this effects decreased when intervals bigger than 48 hours (N72) were used.

Keywords: ionophore, high-forage, performance, propionate.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de fornecimento do concentrado de acordo com as dietas experimentais, utilizando como exemplo um animal consumindo 1 kg de MS.	35
Figura 2. Concentração de narasina consumida pelos cordeiros alimentados com os dietas experimentais.	38
Figura 3. Concentração de narasina cosumida pelos borregos alimentados com as dietas experimentais.	54
Figura 4. Desdobramento da interação entre dieta e hora para a concentração molar de valerato na hora 78.	60
Figura 5. Desdobramento da interação entre dieta e hora para a concentração molar de valerato na hora 84.	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química dos ingredientes e da dieta total.....	36
Tabela 2. Peso corporal e desempenho dos cordeiros alimentados com os tratamentos experimentais.....	39
Tabela 3. Composição química dos ingredientes e da dieta total.....	50
Tabela 4. Consumo e digestibilidade dos nutrientes pelos borregos alimentados com as dietas experimentais.	55
Tabela 5. Balanço de nitrogênio de borregos alimentados com as dietas experimentais.	56
Tabela 6. Parâmetros ruminais dos borregos ao longo das horas em função do fornecimento das dietas experimentais.....	57

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	18
2.	REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1.	Ionóforos	20
2.2.	Narasina.....	22
2.3.	Fornecimento de ionóforos.....	24
	REFERÊNCIAS	26
3.	Experimento I: Frequência de fornecimento de narasina no desempenho de cordeiros alimentados com dietas contendo elevado teor de volumoso	31
	RESUMO	31
3.1.	INTRODUÇÃO	32
3.2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.2.1.	Animais e instalações experimentais	33
3.2.2.	Delineamento experimental	33
3.2.3.	Tratamentos e manejo alimentar	33
3.2.4.	Análise estatística.....	36
3.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
3.4.	CONCLUSÃO.....	42
	REFERÊNCIAS	43
4.	Experimento II. Frequência de fornecimento de narasina nos parâmetros ruminais e digestibilidade aparente dos nutrientes em borregos alimentados com dietas contendo elevado teor de volumoso	46
	RESUMO	46
4.1.	INTRODUÇÃO	47
4.2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	49
4.2.1.	Local do experimento e animais.....	49
4.2.2.	Delineamento e período experimental	49
4.2.3.	Tratamentos e manejo alimentar	49

4.2.4.	Digestibilidade aparente de nutrientes.....	51
4.2.5.	Balanço de nitrogênio	52
4.2.6.	Colheita e análise do fluido ruminal.....	52
4.2.7.	Análise estatística.....	53
4.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.4.	CONCLUSÃO	61
	REFERÊNCIAS	62

1. INTRODUÇÃO

O sistema de produção de ruminantes a pasto pode ser considerado o mais representativo no país, sendo assim, a suplementação da dieta e o uso de aditivos como forma de correção das deficiências nutricionais do pasto são estratégias apropriadas para elevar a eficiência da utilização de gramíneas tropicais e podem ser uma alternativa para o aumento da rentabilidade em sistemas de produção de carne (BERCHIELLI e BERTIPAGLIA, 2010).

Os aditivos alimentares utilizados na nutrição de ruminantes são ferramentas que podem melhorar a conversão de forragens em proteína animal e aumentar a eficiência de utilização de nutrientes pela redução nas perdas decorrentes das rotas fermentativas que levam à produção de metano e gás carbono (TEDESCHI et al., 2003). Entre esses aditivos, a classe mais utilizada e pesquisada é os ionóforos principalmente por otimizar a fermentação ruminal e reduzir os índices de distúrbios digestivos (LADEIRA et al., 2014).

A proporção de estudos que avaliaram a utilização de ionóforos para ruminantes alimentados com dietas contendo elevado teor de volumoso é significativamente menor em relação a estudos que avaliam dietas contendo elevado teor de concentrado (GODRICH et al. 1984 e TEDESCHI et al, 2003). Em revisão realizada por Tedeschi et al. (2003), avaliando os efeitos dos ionóforos no desempenho de bovinos, foram compilados 300 trabalhos realizados em confinamento e apenas 36 trabalhos avaliando desempenho dos animais em pastagem. Essa diferença no número de trabalhos justifica-se pelo fato de que não se encontra grandes dificuldades no fornecimento de ionóforos para animais recebendo ração completa, uma vez que a quantidade diária ingerida de ração e do aditivo sofrem poucas variações.

O fornecimento de aditivos para animais em pastejo apresenta maiores dificuldades, pois há necessidade de um veículo que seja consumido em doses corretas e frequência adequada por todos os indivíduos. Muller et. al. (1984) e Bretschneider al. (2008), concluíram que o fornecimento em dias alternados não comprometeu a eficiência dos ionóforos para animais em pastagens, entretanto não se conhece os efeitos da narasina quando a frequência de fornecimento é aumentada.

A narasina é um antibiótico ionóforo produzido por bactérias *Streptomyces aureofaciens*, que atua nas bactérias gram-positivas, bactérias anaeróbias e fungos podendo aumentar a eficiência alimentar em ruminantes (BERG e HAMILL, 1978).

Estudos avaliando a narasina em dietas com elevado teor de volumoso mostraram que não houve alteração no consumo de matéria seca (SILVA et al. 2015 e POLIZEL et al 2016a) e houve aumento no ganho médio diário dos animais (SILVA et al. 2015). Ainda assim, a eficiência do uso da narasina como aditivo para melhorar a performance de ruminantes é escassa na literatura, principalmente em relação à frequência de fornecimento da molécula para ovinos.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o fornecimento de narasina, assim como a frequência de oferta de narasina no desempenho, parâmetros de fermentação ruminal, digestibilidade aparente dos nutrientes e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com dietas contendo elevado teor de volumoso.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Ionóforos

Os ionóforos são aditivos classificados como antibióticos pela Foods and Drugs Administration (FDA), entretanto, são antibióticos de uso não compartilhado com os seres humano. Esses aditivos são amplamente utilizados na produção de ruminantes por melhorar a eficiência do metabolismo energético e proteico e diminuir a incidência de distúrbios digestivos, resultando em aumento na produtividade animal (BERGEN e BATES, 1984). Os ionóforos são os aditivos mais pesquisados em dietas para ruminantes (MORAIS et al., 2006), e segundo Oliveira e Millen (2014) 93,9% dos consultores brasileiros relataram que o aditivo de uso primário para bovinos confinados são os ionóforos.

Os ionóforos são substâncias produzidas por bactérias e classificadas de acordo com seu modo de transporte: neutros, formadores de canal e carboxílicos. Os neutros não apresentam atividade antibacteriana eficaz, enquanto os formadores de canal induzem à formação de pequenos poros na bicamada lipídica da membrana por onde os íons atravessam. Já os ionóforos carboxílicos (antibióticos poliéteres), são os mais utilizados e produzidos pela fermentação de várias espécies de *Streptomyces spp* (NOGUEIRA et al. 2009).

Os ionóforos são moléculas transportadoras de íons, capazes de formarem complexos lipossolúveis com cátions e mediar o transporte destes através de membranas lipídicas, podendo assim alterar gradientes iônicos e potenciais elétricos transmembrana (PRESSMAN, 1980). A atuação dos ionóforos é dependente da permeabilidade do invólucro da célula do microrganismo. As bactérias gram-positivas apresentam apenas uma parede celular, enquanto que as gram-negativas apresentam uma segunda parede externa (NICODEMO, 2001). Essa segunda parede presente nas bactérias gram-negativas é impermeável às partículas grandes, sendo que os canais de proteínas existentes (porinas) possuem tamanho máximo de 600 Daltons. Os ionóforos por sua vez, possuem tamanho superior a 600 Daltons, não atuando sobre esse conjunto de bactérias. Entretanto, as gram-positivas possuem apenas uma parede, que é mais porosa, e permite a ação dos ionóforos (MORAIS et al., 2006).

Segundo McGuffey et al. (2001), o mecanismo de ação dos ionóforos está relacionado à capacidade de alterar o fluxo de cátions através da membrana das

bactérias. A ligação dos ionóforos às membranas celulares das bactérias gram-positivas desencadeiam uma reação de rápida saída de K^+ e uma entrada de H^+ no meio celular, o que faz com que o pH intracelular diminua devido ao acúmulo de H^+ . As bactérias precisam manter um pH alcalino no seu interior, e para que isso aconteça, altas concentrações de K^+ são necessárias para tamponar o pH, por meio da troca de K^+ / H^+ . O microrganismo também responde à queda do pH exportando H^+ para fora e permitindo a entrada de Na^+ para o interior da célula (RUSSELL e STROBEL, 1989). Essa reação é por meio da bomba de Na^+ / K^+ e de próton ATPase, ou seja, um transporte ativo em que há gasto energético (MORAIS et al., 2006). Consequentemente as bactérias não são capazes de metabolizar glicose por muito tempo.

Posteriormente, o metabolismo interno das bactérias vai reduzindo em função do declínio de ATP intracelular. Devido a essa diminuição de ATP, a célula permanece em estado de letargia, ou morre devido à falta de energia (RUSSELL e STROBEL, 1989). A bomba iônica não opera eficientemente em restrição energética, provocando um desequilíbrio e, em virtude de uma maior concentração de cátions dentro da célula, ocorre aumento da pressão osmótica, a água penetra em excesso tendendo a romper-se. Desse modo, as bactérias sensíveis acabam morrendo ou assumem um nicho microbiano sem expressão (MORAIS et al., 2006).

A utilização de ionóforos em dietas de ruminantes resulta em benefícios biológicos, como melhor eficiência de retenção de energia e utilização de nitrogênio advindo da dieta (TEDESCHI et al., 2003), alteração nas proporções molares dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) produzidos no rúmen (PERRY et al., 1976) e mitigação na produção de metano (RUSSEL e STROBEL, 1989). Além disso, os ionóforos minimizam a ocorrência de distúrbios metabólicos de caráter nutricional, resultantes da fermentação ruminal, como acidose, timpanismo e laminite (OWENS et al., 1998), diminui a deaminação e absorção de amônia, aumentando o influxo de proteína de origem alimentar para o intestino delgado (BERGEN e BATES, 1984).

A utilização de ionóforos resulta em benefícios ao desempenho dos animais, como maior ganho de peso e eficiência (TEDESCHI et al., 2003). Em revisão realizada por Goodrich et al. (1984), os autores compilaram 228 trabalhos avaliando a inclusão de monensina em dietas de animais confinados e 24 trabalhos com animais em pastejo, e concluíram que houve aumento no ganho de peso em 1,6% e melhoria na conversão alimentar em 7,5% para animais confinados. Já para animais a pasto houve um aumento no ganho de peso dos animais tratados de 13,5% em relação ao controle. Potter et al. (1976) realizaram quatro estudos com animais em pastejo suplementados com diferentes

concentrações de ionóforo (monensina) e concluíram que houve aumento de até 17% no GMD dos animais suplementados em relação ao grupo controle. Duffield et al. (2012) também realizaram uma meta-análise compilando 64 artigos com a utilização de monensina em dietas de bovinos em crescimento e terminação, e concluíram que o uso do ionóforo reduziu a conversão alimentar (CA), reduziu o consumo de matéria seca (CMS) e aumentou o ganho médio diário (GMD).

Apesar de existir mais de 120 ionóforos descritos na literatura, apenas a monensina sódica, lasalocida, salinomicina e laidomicina eram aprovadas para uso em dietas de ruminantes (MORAIS et al., 2006). Recentemente, no ano de 2015, a narasina também foi aprovada no Brasil para uso em dietas de bovinos de corte.

2.2. Narasina

A narasina é um antibiótico ionóforo produzido por bactérias *Streptomyces aureofaciens*, com fórmula molecular $C_{43}H_{72}O_{11}$ e peso molecular 765 Daltons, a molécula possui solubilidade em álcool, acetona, clorofórmio e acetato de etila, entretanto, é insolúvel em água (BERG e HAMILL, 1978). Assim como os demais ionóforos, a narasina apresenta afinidade seletiva, sendo a afinidade por $Na^+ > K^+ = Rb^+ > Cs^+ > Li^+$ (WONG et al., 1977).

O uso da narasina mostrou resultados promissores em testes *in vitro*, segundo Berg e Hamill (1978) a narasina atuou nas bactérias gram-positivas, bactérias anaeróbias e fungos, o que poderia resultar no aumento na eficiência alimentar (EA) em ruminantes.

Em ensaios realizados *in vitro*, no qual foram testados vários aditivos ionóforos e não ionóforos, Nagaraja et al. (1987) observaram que a narasina foi mais eficaz na inibição da produção de ácido láctico que os demais aditivos. Além disso, Wong et al. (1977) ressaltaram que a narasina é aproximadamente três vezes mais eficaz do que a monensina na inibição de ATPase. Por essas características, há o interesse em utilizar a narasina como manipulador da fermentação ruminal na nutrição de ruminantes.

Um dos primeiros relatos do uso de narasina *in vivo* na nutrição de ruminantes foi realizado por Strasia et al. (1987) que estudou o uso de diferentes aditivos para bovinos, e concluíram que os animais alimentados com narasina apresentaram tendência

em aumentar o ganho de peso quando comparados aos animais alimentados com monensina.

Em relação à dose tóxica de narasina, Wouters et al (1997) avaliaram a intoxicação experimental por narasina em ovinos, e os autores concluíram que doses superiores a 4 mg/kg de peso vivo foram letais aos animais.

O Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal – LNRA / ESALQ - USP vem desenvolvendo pesquisas *in vivo* ao longo dos últimos anos para avaliar a possibilidade do uso da narasina como aditivo alimentar na nutrição de ruminantes.

Silva et al. (2015) avaliaram a inclusão de narasina na mistura mineral, nas concentrações de N0 (controle), N6,5 (650 mg/kg MM) e N13 (1300 mg/kg MM) para novilhas nelore alimentadas com dietas a base de volumoso. Concluíram que os animais que receberam o tratamento N13 apresentaram maior GMD (582 g/dia) quando comparado ao tratamento controle (489 g/dia). Consequentemente o tratamento N13 diminuiu em 25% a CA quando comparando aos animais do grupo controle. Além disso, o CMS e consumo de mistura mineral (CMM) não foram afetados pelas dietas experimentais.

Em estudo realizado por Polizel et al. (2017) os autores avaliaram o fornecimento de 0, 71,5 e 110 mg de narasina/dia através da mistura mineral para bezerros recém desmamados, em pastejo. Os autores relataram que a inclusão de narasina não afetou o CMM, além disso, os animais alimentados com narasina apresentaram aumento no GMD de 16,63% (dose 71,5 mg de narasina/dia) e 18,66%, (dose 110 mg de narasina/dia) em relação aos animais do tratamento controle.

Para avaliar o efeito da narasina sobre o desempenho de cordeiros, Polizel et al. (2016c) utilizaram concentrações crescentes de narasina (5, 10 e 15mg/kg de MS), controle (sem ionóforo) e 25 mg de monensina/kg de MS em dietas contendo elevado teor de concentrado. Concluíram que inclusão de narasina aumentou linearmente o peso final e a eficiência alimentar dos animais, do mesmo modo os animais alimentados com narasina tiveram peso final superior quando comparados com os animais do tratamento com monensina

Em relação aos parâmetros de fermentação ruminal, Polizel et al. (2016a) avaliaram os efeitos do fornecimento de concentrações crescentes de narasina (0, 8, 16, 24 e 32 mg/kg de MS) para borregos alimentados com dietas contendo elevado teor de forragem. Os autores verificaram que a concentração total de AGCC aumentou linearmente com a inclusão das doses de narasina. Além disso, a inclusão de doses de narasina não afetou o CMS. Entretanto, o fornecimento de narasina aumentou

linearmente a digestibilidade aparente a FDN (POLIZEL et al. 2016b). Esses resultados foram obtidos quando o fornecimento de narasina foi realizado duas vezes ao dia, ou seja, a cada 12 horas.

Polizel et al. (2018) avaliando os parâmetros de fermentação ruminal de bovinos alimentados com dietas com elevado teor de volumoso recebendo 0 mg de narasina/kg de MS (controle), 13 mg de narasina/kg MS e 20 mg de narasina/kg de MS. Observaram que as doses de narasina aumentaram a proporção molar de propionato, diminuíram a proporção molar de acetato, e consequentemente alteraram a proporção de acetato:propionato. Essas alterações nos parâmetros de fermentação ruminal foram obtidas quando o fornecimento de narasina foi realizado uma vez ao dia, ou seja a cada 24 horas.

Portanto, a utilização de narasina na nutrição de ruminantes apresentou resultados promissores quando fornecida de forma frequente. Entretanto, não é conhecido o efeito da molécula de narasina quando a frequência de fornecimento é espaçada.

2.3. Fornecimento de ionóforos

O fornecimento de ionóforos para animais mantidos em pastagens apresenta maiores dificuldades quando comparados a animais recebendo ração completa, pois existe a necessidade de um veículo de fornecimento que seja consumido na dose e frequência adequadas. Em situações de consumo de doses inferiores ou superiores não se tem o desempenho esperado (POTTER et al., 1976).

Uma alternativa para fornecer ionóforos para ruminantes em pastagens é através da cápsula de liberação controlada. A cápsula consiste em um dispositivo intra-ruminal que proporciona uma liberação frequente de ionóforo, independente do consumo voluntário de matéria seca (DUFFIELD et al., 1998; GREEN et al., 1999; PLAIZIER et al., 2000; RODRIGUES et al., 2007 e GRAINGER et al., 2008). Apesar de parecer o método ideal, a cápsula de liberação controlada pode apresentar falhas na liberação do ionóforo. Grainger et al. (2008) observaram que a taxa de liberação foi mais lenta do que o esperado, liberando apenas 75% da dose proposta.

A utilização de ionóforos em suplementos proteinados e/ou energéticos demonstraram melhoria no desempenho dos animais em pastejo (OLIVER, 1975; POTTER et al., 1976; BOLING et al., 1977; HORN et al., 1981; PAULINO et al., 1993; ANDRADE et al., 1996; LANA et al., 1997 e CORSI et al., 2001). Entretanto, a

viabilidade econômica desse tipo de suplementação nem sempre é uma realidade, pois é dependente da disponibilidade e/ou valor de mercado dos ingredientes utilizados.

Por existir a necessidade de suprir as exigências minerais dos animais em pastagens tropicais é comum o uso de mistura mineral pelos pecuaristas brasileiros (PEDREIRA e BERCHIELLI, 2011), encontrou-se então como possibilidade, o fornecimento de ionóforos na mistura mineral. Sendo assim, o uso de ionóforos na mistura mineral demonstrou resultados positivos no desempenho dos animais (FIESER et al., 2007; BECK et al., 2014; KUMARESAN et al., 2010 e DERMAUW et al., 2013). Entretanto, autores relataram a diminuição no consumo de mistura mineral com a inclusão de monensina (FIESER et al., 2007 e BECK et al., 2014).

Um dos principais gargalos da eficiência do fornecimento de ionóforos via suplementos é a frequência de consumo realizada pelo animal, deixando a dúvida se realmente o animal está consumindo a quantidade necessária do suplemento e consequentemente do aditivo. Goulart (2010), avaliando o consumo individual de mistura mineral pelos animais em pastejo observou que o consumo de mistura mineral é muito variável entre os animais, e que muitos animais não consomem suplemento diariamente.

Desse modo, para a adição de qualquer ionóforo ao sal mineral, é preciso levar em conta a erraticidade no consumo do suplemento, portanto o aditivo deve ter a capacidade de manter o efeito mesmo quando consumido em concentrações inferiores ou superiores do ideal e em maiores intervalos de tempo. Silva (2016) observou que apesar da variação no consumo diário de mistura mineral (14 a 122 g/dia aproximadamente) os animais suplementados com narasina apresentaram um maior GMD de 19,75% em relação ao tratamento controle e diminuição de 25,26% na CA. Os autores concluíram que a narasina mesmo quando consumida de maneira errática na situação proposta devido à variação na ingestão de mistura mineral, melhorou a eficiência de ganho dos animais.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, V. J.; CORDEIRO, J. S.; FERREIRA, M. B. D. et. al. Monensina na terminação de novilhos mestiços zebu x angus, a pasto. In: Reunião da sociedade brasileira de zootecnia. **Anais SBZ**, p. 23 – 25, 1996.
- BECK, P.; HESS, T.; HUBBELL, D.; HUFSTEDLER, G. D.; FIESER, B.; CALDWELL, J. Additive effects of growth promoting technologies on performance of grazing steers and economics of the wheat pasture enterprise. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 1219-1227, 2014.
- BERG, D.H.; HAMILL, R.L. The isolation and characterization of narasin, a new polyether antibiotic. **The Journal of Antibiotics**, v.31, n.1, 1978.
- BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal Animal Science**, v. 58, p. 1465-1483, 1984.
- BERCHIELLI, T. T.; BERTIPAGLIA, L. M. A. **Utilização de aditivos na produção de bovinos de corte**. In: Bovinocultura de corte, Piracicaba, SP. FEALQ, v. 1, p. 295-323, 2010.
- BRETSCHNEIDER, G.; ELIZALDE, J.C.; PÉREZ, F.A. The effect of feeding antibiotic growth promoters on the performance of beef cattle consuming forage- based diets: A review. **Livestock Science**. v.114, p.135-149, 2008.
- BOLLING, J.A.; BRADLEY, N.W.; CAMPBELL, L.D. Monensin levels for growing and finishing steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.44, n.5, p.867- 871,1977.
- CORSI, M.; MARTHA JUNIOR, G.B.; BALSALOBRE, M.A.A.; PENATI, M.A.; PAGOTTO, D.S.; SANTOS, P.M.; BARIONI, L. G. **Tendências e perspectivas da produção de bovinos sob pastejo**. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 17º, 2001, Piracicaba, SP. A planta forrageira no sistema de produção. Piracicaba, FEALQ, p.3-70. 2001.
- DERMAUW, V.; YISEHAK, K.; BELAY, D.; HECKE, T. V.; LAING, G. D.; DUCHATEAU, L.; JANSSENS, G. P. L. Mineral deficiency status of ranging zebu (*Bos indicus*) cattle around the Gilgel Gibe catchment, Ethiopia. **Tropical Animal Health and Production**, v. 45, p. 1139-1147, 2013.
- 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.
- FIESER, B. G.; HORN, G. W.; EDWARDS, J. T. Effects of energy, mineral supplementation, or both, in combination with monensin on performance of steers grazing winter wheat pasture. **Journal of Animal Science**. v. 85, p. 3470-3480, 2007.
- GRAINGER, C.; AULDIST, M. J.; CLARKE, T.; BEAUCHEMIN, K.A.; MCGINN, S.M.; HANNAH, M.C.; ECKARD, R.J.; LOWE, L.B. Use of monensin controlled-release capsules to reduce methane emissions and improve milk production of

dairy cows offered pasture supplemented with grain. **Journal of Dairy Science**. v. 91, n. 3, p. 1159-1165, 2008.

GOODRICH. R. D.; GARRETT. J. E.; GAST. D. R.; KIRICK. M. A.; LARSON. D. A.; MEISKE. J. C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**. v.58, n.6, p. 1484-1498, 1984.

GOULART. R. C. D. **Avaliação de antimicrobianos como promotores de crescimento via mistura mineral para bovinos de corte em pastejo**, 2010, 128p, Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem), Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2010.

GREEN, B. L.; McBRIDE, B. W.; SANDALS, D.; LESLIE, K. E.; BAGG, R.; DICK, P. The impact of monensin controlled-release capsule on subclinical ketosis in the transition dairy cow. **Journal of Dairy Science**. v. 82, n. 2, p. 333-342, 1999.

HORN, G.W.; MADER, T. L.; ARMBRUSTER, S. L.; FRAHM, R. R. Effect of Monensin on ruminal fermentation, forage intake and weight gains of wheat pasture stocker cattle. **Journal of Animal Science**, v.52, n.3 p.447-454, 1981.

KUMARESAN, A.; BUJARBARUAH, K. M.; PATHAK, K. A.; BRAJENDRA; RAMESH, T. Soil-plant-animal continuum in relation to macro and micro mineral status of dairy cattle in subtropical hill agro ecosystem. **Tropical Animal Health and Production**, v. 42, p. 569-577, 2010.

LADEIRA, M. M.; MACHADO NETO, O. R.; SANTAROSA, L. de C.; CHIZZOTTI, M. L.; OLIVEIRA, D. M. de; CARVALHO, J. R. R.; ALVES, M. C. L. Desempenho, características de carcaça e expressão de genes em tourinhos alimentados com lipídeos e monensina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.728-736, 2014.

LANA, R. P.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B.; PERRY, T. C. Influence of monensin on Holstein steers fed high-concentrate diets containing soybean meal or urea. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2571–2579, 1997.

McGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 194 - 203, 2001.

MISZURA, A. A.; POLIZEL, D. M.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; BARROSO, J. P. 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 In The American Society of Animal Science and the Canadian Society of Animal Science 2018, Vancouver. Joint Annual Meeting & Trade Show in Canada **ASAS-CSAS**, 2018.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. **Aditivos**. In: Nutrição de Ruminantes, Jaboticabal, SP. FUNEP, p.539-570, 2006.

MULLER, R. D.; POTTER, E. L.; WRAY, M. L.; RICHARDSON, L. F.; GRUETER, H. P. Administration of monensin in self-fed (salt limiting) dry supplements or on an alternate — day feeding schedule. **Journal of Animal Science**. v. 62, p. 593–600, 1986.

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.

NICODEMO, M. L. F. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. 2001.

NOGUEIRA V. A.; FRANÇA T. N.; PEIXOTO P. V. Intoxicação por antibióticos ionóforos em animais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 29, n. 3, p.191-197, 2009.

OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**. v. 197, p. 64-75, 2014.

OLIVER, W. M. Effect of monensin on gains of steers grazed on coastal *bermudagrass*. **Journal of Animal Science**, v.41, n.4, p.999-1001, 1975.

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

PAULINO, M. F.; ACEDO, T. S.; SALES, M. F. L. Suplementação como estratégia de manejo das pastagens. In: Volumosos na produção de ruminantes : Valor Alimentício de Forragem. **Anais...** Jaboticabal, p. 87-100, 2003.

PEDREIRA, M. S.; BERCHIELLI, T. T. **Minerais**. In: Nutrição de ruminantes. Ed. 2. Jaboticabal: FUNEP, p. 345-368, 2011.

PERRY, T. W.; BEESON, W. M.; MOHLER, M. T. Effect of monensin on beef cattle performance. **Journal of Animal Science**. v .42, p. 761-765, 1976.

PLAIZIER, J. C.; MARTIN, A.; DUFFIELD, T.; BAGG, R.; DICK, P.; McBRIDE, B. W. Effect of a prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on apparent digestibilities and nitrogen utilization in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n.12, p. 2918-2925, 2000.

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.; SUSIN, I. Effect of narasin on rumen metabolism and dry matter intake in wethers fed high-forage diets (Abstract) **Journal of Animal Science**, E-Suppl. 5v.94, p-639, 2016a.

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

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

POLIZEL, D. M.; BARBOSA, M. J. P. T. ; CAPPELLOZZA, B. I. ; LOPES, C. N. ; FERRAZ JUNIOR, M. V. C. ; GOBATO, L. G. M. ; GOLCALVES, J. R. S. ; PIRES, A.V. . The addition of narasin into a mineral mixture improves performance of grazing Nellore steers. In: **Joint Annual Meeting of Animal Science**, 2017, Baltimore. Joint Annual Meeting of Animal Science ASAS-CSAS, 2017.

POLIZEL, D. M.; MISZURA, A. A.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; BARROSO, J. P. 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. In The American Society of Animal Science and the Canadian Society of Animal Science 2018, Vancouver. Joint Annual Meeting & Trade Show in Canada **ASAS-CSAS**, 2018.

POTTER, E. L.; COOLEY, C. O.; RICHARDSON, L. F.; RAUN, A. P.; RATHMACHER, R. P. Effect of monensin on performance of cattle fed forage. **Journal of Animal Science**, v. 43, n. 3, p. 665-669, 1976.

PRESSMAN, B. C.; PAINTER, G.; FAHIM, M. Molecular and Biological Properties of Ionophores. Inorganic Chemistry in Biology and Medicine, Chapter 1, **ACS Symposium Series**. v. 140, p 3-22, 1980.

RODRIGUES, P. H. M.; PEIXOTO, K. C.; MORGULLIS, E. J. A. S.; MEYER, P. M.; PIRES, A.V. Avaliação da monensina administrada pela forma convencional ou por dispositivo de liberação lenta (bólus) em bovinos alimentados com forragens de baixo valor nutritivo e suplementados ou não com ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 36, n. 6, 2007.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Mini-review: the effect of ionophores on ruminal fermentations. **Applied Environmental Microbiology**, v. 55, p. 1-6, 1989.

SILVA, R. G.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; GOUVEA, V. N.; POLIZEL, D. P.; SANTOS, M. H.; MISZURA, A. A.; ANDRADE, T. S.; WESTPHALEN, M. F.; BIEHL, M. V.; PIRES, A. V. Effect of narasin in mineral mix to Nellore heifers fed with high forage (Abstract). **Journal of Animal Science**, E-Suppl. s3 v.98, p-118, 2015.

SILVA, R. G. **Efeito da adição de narasina na mistura mineral sobre o desempenho de novilhas Nelore**. 2016. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

STRASIA, C. A.; OWENS, F. N.; HICKS, R. B.; MARTIN, J. J; GILL D. R. A comparasion of monensin, narasin, salinomycin and tylosin on feedlot performance of steers. **Animal Science Research Report**. p. 328 – 331, 1987.

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

WONG, D. T.; BERG, D. H.; HAMILL, R. H.; WILKINSON, J. R. Ionophorous properties of narasin, a new polyether monocarboxylic acid antibiotic, in rat liver mitochondria. **Biochemical Pharmacology**, v. 26, p. 1373-1376, 1977.

WOUTERS F., WOUTERS A. T. B., BARRO C. S. L. intoxicação experimental por narasina em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.17, p.89-95, 1997.

3. Experimento I: Frequência de fornecimento de narasina no desempenho de cordeiros alimentados com dietas contendo elevado teor de volumoso

RESUMO

O objetivo desse experimento foi avaliar os efeitos da frequência do fornecimento de narasina no desempenho de cordeiros alimentados com elevado teor de volumoso. Foram utilizados 44 cordeiros (peso inicial de $33,3 \pm 0,59$ kg), sendo o delineamento utilizado de blocos completos casualizados. As dietas experimentais foram compostas por 95% de feno de *coastcross* e 5% de milho moído (veículo de fornecimento do ionóforo). A oferta e a sobra foram mensuradas diariamente. Os tratamentos utilizados foram: C: fornecimento diário do milho moído sem ionóforo; N24: fornecimento diário de narasina na dosagem de 13 mg de narasina/kg de MS; N48: fornecimento de narasina a cada 48 horas, sendo no primeiro dia ofertado 26 mg de narasina/kg de MS e no segundo dia fornecido o milho moído sem ionóforo (média de 13 mg de narasina/kg de MS); N72: fornecimento de narasina a cada 72 horas, sendo ofertado no primeiro dia 39 mg de narasina/kg de MS, enquanto que no segundo e no terceiro dia ofertado o milho moído sem ionóforo. O experimento teve duração de 105 dias, divididos em cinco períodos de 21 dias. Os cordeiros foram pesados após jejum alimentar e hídrico de 14 horas ao final de cada período. Não houve efeito na concentração de narasina consumida entre os tratamentos N24, N48 e N72 ($17,58 \pm 0,34$ mg/kg MS). Não houve efeito para o CMS ($P = 0,28$), no entanto, a inclusão de narasina diariamente (N24) e a cada 48 horas (N48) aumentou a EA ($P = 0,02$). A frequência de fornecimento afetou positivamente desempenho dos cordeiros, o tratamento N24 apresentou o maior peso final. Entretanto, a narasina não apresentou o efeito desejado quando administrada a cada 72 horas.

Palavras-chave: ionóforo, eficiência alimentar.

3.1. INTRODUÇÃO

Os aditivos alimentares utilizados na nutrição de ruminantes são ferramentas que podem melhorar a conversão de forragens em proteína animal. Os ionóforos são aditivos alimentares produzidos através da fermentação de microrganismos, são classificados como antibióticos poliéteres (RUSSEL e STROBEL, 1989). São capazes de modular os padrões de fermentação do rúmen: aumentando a proporção de ácido propiônico, reduzindo a quantidade de ácido butírico e acético, consequentemente reduzindo a relação acetato propionato (TEDESCHI et al., 2003), reduzindo a produção de metano e gás carbonico (GUAN et al., 2006), aumentando a retenção de energia (TEDESCHI et al., 2003) e reduzindo distúrbios digestivos (McGUFFEY et al., 2001). Estes efeitos são alguns dos benefícios proporcionados pelos ionóforos, resultando em aumento no ganho de peso e melhoria na eficiência alimentar (GOODRICH et al., 1984; FIESER et al., 2007; DUFFIELD et al., 2012; BECK et al., 2014).

A narasina é um ionóforo, ativo contra bactérias gram-positivas e fungos (BERG e HAMILL, 1978), porém informações sobre seu uso em ruminantes ainda são escassos na literatura. Contudo, a narasina demonstrou ser eficaz, aumentando o ganho médio diário dos animais em dietas com elevado teor de volumoso quando fornecida diariamente (POLIZEL et al., 2016^a; SILVA et al., 2015; POLIZEL et al., 2017 e POLIZEL et al., 2018b).

A quantidade de estudos que avaliam a utilização de ionóforos para ruminantes alimentados com dieta contendo elevado teor de volumoso é significantemente inferior em relação a estudos que avaliam dieta contendo elevado teor de concentrado. Goodrich et al. (1984) compilaram 228 trabalhos avaliando a inclusão de ionóforo (monensina) em dietas de animais confinados e apenas 24 trabalhos com animais em pastejo. Em virtude de que, o fornecimento de ionóforos para animais em pastejo, necessita de um meio de fornecimento que permita a cada animal do rebanho receber a quantidade ideal e na frequência adequada.

Em relação à frequência de fornecimento dos ionóforos, Bretshneider et al. (2008) relataram que o fornecimento em dias alternados não compromete a eficiência desses aditivos para animais em pastagens. Dessa maneira, o objetivo desse estudo foi avaliar o fornecimento de narasina, assim como a frequência de oferta de narasina no desempenho de cordeiros alimentados com elevado teor de volumoso.

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1.1. Animais e instalações experimentais

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 em Piracicaba – SP – Brasil. O protocolo experimental foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ/USP; nº 1711141016).

Foram utilizados 44 cordeiros (as) com peso médio de $33,31 \pm 0,59$ kg e seis meses de idade, ($\frac{1}{2}$ Dorper x $\frac{1}{2}$ Santa Inês: 36 fêmeas e 8 machos), que foram confinados em sistema de *tie stall*, ao abrigo da chuva e luz solar direta.

3.1.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com quatro tratamentos e onze repetições. Os animais foram agrupados por idade e sexo e os blocos definidos pelo peso no início do experimento.

O experimento teve a duração de 105 dias, sendo dividido em cinco períodos de 21 dias. Os cordeiros (as) foram pesados após jejum alimentar e hídrico de 14 horas, nos dias 0, 21, 42, 63, 84 e 105 dias. A cada intervalo de pesagem foi calculado o GMD dos cordeiros.

3.1.3. Tratamentos e manejo alimentar

As dietas experimentais foram compostas por 95% de volumoso (feno de *coastcross*) e 5% de concentrado (milho moído), sendo este utilizado como veículo de fornecimento de narasina. Os tratamentos foram definidos pela frequência de fornecimento de narasina (dosagem de 13 mg de narasina/kg de MS) sendo:

- **Controle (C):** fornecimento de milho moído sem narasina;
- **Narasina 24 horas (N24):** fornecimento de narasina diariamente na dose de 13 mg de narasina/kg de MS;

- **Narasina 48 horas (N48):** fornecimento de narasina a cada 48 horas (em dias alternados). No primeiro dia foi ofertado 26 mg de narasina/kg de MS, enquanto que no segundo dia foi fornecido apenas o milho moído (em média, receberam 13 mg de narasina/kg de MS);
- **Narasina 72 horas (N72):** fornecimento de narasina a cada 72 horas. No primeiro dia foi fornecido 39 mg de narasina/kg de MS, já no segundo e terceiro dia foi ofertado apenas o milho moído (em média receberam 13 mg de narasina/kg de MS).

O esquema de fornecimento dos tratamentos está representado pela Figura 1.

O feno foi moído utilizando um triturador (Nogueira® DPM – 4, Itapira, São Paulo, Brasil), com peneiras providas com crivo de 10 mm. Diariamente o feno e o milho moído foram pesados e ofertados separadamente em uma balança eletrônica de precisão de 0,1 grama (Marte AC 10K, São Paulo, SP, Brasil). A oferta foi *ad libitum*, o feno e o milho moído foram ofertados uma vez ao dia (manhã), permitindo 5% de sobra. A composição química do feno e milho moído utilizado durante a realização do experimento está apresentada na Tabela 1.

As sobras foram recolhidas e pesadas diariamente, para determinação do CMS. As sobras foram compostas, amostradas (10%) e conservadas a -18°C para posterior análise. A EA foi calculada com base no CMS e no GMD de cada período experimental.

As amostras do feno e das sobras foram secas em estufa (MA035 - Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil) a 55° por 72 horas para determinação de MS I. Processadas em moinho tipo Wiley (Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil), providos de peneiras com crivos de 1,0 mm e posteriormente analisadas para determinação de MS II por meio de secagem em estufa (MA035 - Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil) a 105° C durante 24 horas. A determinação da matéria mineral (MM) foi realizada através da incineração das amostras em mufla (Stecno ® 416 – Stecno fornos e equipamentos, São Paulo, São Paulo, Brasil) a 550° C por 4 horas (AOAC, 1995). A concentração de nitrogênio total foi realizada utilizando aparelho LECO Tru Mac® /N (Nitrogen Determinator, version 1,5x, St. Joseph, EUA). A proteína bruta (PB) foi calculada pela multiplicação do nitrogênio total por 6,25. A determinação da fração fibrosa foi realizada de forma sequencial, utilizando alfa-amilase termoestável e sulfito de sódio para análise de fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com metodologia proposta por Van Soest et al. (1991) e a fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com Goering e Van Soest (1970), sendo utilizado o Analisador de Fibra Ankon 2000 (Ankon

Tech. Corp., Fairport, NY, USA). O FDN e FDA foram corrigidos para cinzas. O teor de extrato etéreo (EE) foi determinado de acordo com a metodologia proposta pela AOAC (1990).

Figura 1. Esquema de fornecimento do concentrado de acordo com as dietas experimentais, utilizando como exemplo um animal consumindo 1 kg de MS.

	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia
C	950 g feno 50 g milho (Sem Narasina)	950 g feno 50 g milho (Sem Narasina)	950 g feno 50 g milho (Sem Narasina)	950 g feno 50 g milho (Sem Narasina)
N24	950 g feno 50 g milho (13 mg Narasina) Oferta: 1 kg de MS Narasina: 13 mg/kg	950 g feno 50 g milho (13 mg Narasina)	950 g feno 50 g milho (13 mg Narasina)	950 g feno 50 g milho (13 mg Narasina)
N48	950 g feno 50 g milho (26 mg Narasina) Oferta: 2 kg de MS Narasina: 26 mg; Média: 13 mg/kg de MS	950 g feno 50 g milho (Sem Narasina)	950 g feno 50 g milho (26 mg Narasina)	950 g feno 50 g milho (Sem Narasina)
N72	950 g feno 50 g milho (39 mg Narasina) Oferta: 3 kg de MS Narasina: 39 mg Média: 13 mg/kg de MS	950 g feno 50 g milho (Sem Narasina)	950 g feno 50 g milho (Sem Narasina)	950 g feno 50 g milho (39 mg Narasina)

Controle (C): fornecimento do concentrado uma vez ao dia sem ionóforo; Narasina 24 horas (N24): fornecimento diário de narasina; Narasina 48 horas (N48): fornecimento de narasina a cada 48 horas; Narasina 72 horas (N72): fornecimento de narasina a cada 72 horas.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes e da dieta total.

Item ¹ %	Ingredientes		Dieta Total
	Feno <i>coastcross</i>	Milho Moído	
MS	82,22	87,8	82,50
PB	11,22	8,10	11,06
MM	5,92	1,70	5,71
FDN	74,20	14,80	71,23
FDA	36,34	4,00	34,72
EE	1,40	3,40	1,50

¹MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; EE = extrato etéreo.

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA), do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, Piracicaba /SP.

3.1.4. Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Procedimento MIXED do SAS (2002), sendo considerado efeito significativo quando $P \leq 0,05$. Todos os dados analisados foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk para verificar a normalidade dos resíduos. A homogeneidade das variâncias foi conferida a partir do teste de Levene e a retirada dos *outliers* foi realizada com base nos valores do resíduo studentizado.

Para as variáveis GMD, CMS e EA, empregou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + b_i + T_j + e_{ij} + P_k + (bP)_{ik} + (TP)_{jk} + e_{ijk}$$

Onde μ = média geral; b_i = efeito aleatório de bloco; T_j = efeito fixo de tratamento; P_k = efeito fixo de período experimental; e_{ij} = erro residual aleatório A; $(bP)_{ik}$ = efeito aleatório da interação bloco x período experimental; $(TP)_{jk}$ = efeito fixo da interação tratamento x período experimental e e_{ijk} = erro residual aleatório B.

As matrizes de covariância “compound symmetry, heterogeneous compound symmetry, autoregressive, heterogeneous autoregressive, unstructured, banded, variance components, toeplitz e heterogeneous toeplitz” foram testadas e definidas de acordo com o menor valor obtido para “Akaike’s Information Criterion Corrected” (AICC). As médias dos tratamentos foram obtidas pelo comando LSMEANS. Os conjuntos de dados foram avaliados por meio do teste de Tukey. Os efeitos de período e interação tratamento x período foram definidos pelo teste F da análise de variância.

Para análise estatística do peso dos animais foi utilizado o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + b_i + T_j + e_{ij}$$

Em que: μ = média geral; b_i = efeito aleatório de bloco; T_j = efeito fixo de tratamento e e_{ij} = erro residual aleatório.

As médias dos tratamentos foram obtidas pelo comando LSMEANS. Os conjuntos de dados foram avaliados por meio do teste de Tukey.

3.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de narasina consumida pelos cordeiros dos os tratamentos N24, N48 e N72 foi de $17,58 \pm 0,34$ mg/kg MS (Figura 2), sendo superior ao valor estimado no início do estudo (13 mg/kg de MS). O consumo médio observado foi inferior ao consumo médio predito, no início do experimento notou-se que os cordeiros refugaram as partículas menores do feno (pó), por essa razão, à porcentagem de sobra permitida foi aumentada para 15%. Já é conhecido que os ovinos apresentam particularidades anatômicas e fisiológicas que permitem uma capacidade acentuada em selecionar alimentos que apresentam maior qualidade nutricional, preferindo alimentos suculentos a secos (LEÃO et al., 2006).

Figura 2. Concentração de narasina consumida pelos cordeiros alimentados com os tratamentos experimentais.

Controle (C): fornecimento do concentrado sem ionóforo; Narasina 24 horas (N24): fornecimento diário de narasina; Narasina 48 horas (N48): fornecimento de narasina a cada 48 horas; Narasina 72 horas (N72): fornecimento de narasina a cada 72 horas. EPM: erro padrão da média.

Os dados de desempenho e peso corporal dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais estão apresentados na Tabela 2.

O CMS não foi alterado pelas dietas experimentais ($P = 0,28$). Estudos mostram que a narasina não alterou o CMS em dietas com volumoso (SILVA et al., 2015 e POLIZEL et al., 2016a). Os efeitos dos ionóforos no CMS são dependentes de inúmeros fatores, como a qualidade da forragem, a taxa de passagem no rúmen e o enchimento intestinal (ELLIS et.al., 1984). Segundo Nagaraja et al. (1997) a inclusão de ionóforos em dietas com alta proporção de volumoso não causa a diminuição na ingestão de alimentos.

Tabela 2. Peso corporal e desempenho dos cordeiros alimentados com os tratamentos experimentais.

Item ⁴	Dietas ¹				EPM ²	Efeito ³		
	C	N24	N48	N72		Dieta	Período	D*P
GMD, g/d	41,14 ^{ab}	56,88 ^a	54,72 ^a	34,94 ^b	6,33	0,03	<0,01	0,31
CMS, g/d	776,01	844,9	831,59	782,32	31,86	0,28	<0,01	0,92
EA	0,046 ^{bc}	0,064 ^{ab}	0,070 ^a	0,037 ^c	0,01	0,02	<0,01	0,29
Peso, kg								
Inicial	33,39	33,35	33,49	33,53	1,36	0,94	-	-
P 21d	33,03	34,20	34,01	33,01	1,10	0,22	-	-
P 42d	34,42	35,55	35,14	34,79	1,47	0,46	-	-
P 63d	34,21 ^b	36,57 ^a	36,42 ^a	35,22 ^{ab}	1,54	0,03	-	-
P 84d	37,24 ^b	39,77 ^a	38,72 ^a	37,19 ^b	1,50	<0,01	-	-
P 105d	37,11 ^c	40,14 ^a	38,73 ^{ab}	37,20 ^{bc}	1,53	<0,01	-	-

¹Controle (C): fornecimento do concentrado sem ionóforo; Narasina 24 horas (N24): fornecimento diário de narasina; Narasina 48 horas (N48): fornecimento de narasina a cada 48 horas (dias alternados); Narasina 72 horas (N72): fornecimento de narasina a cada 72 horas. ²EPM: erro padrão da média.

³Tratamento: efeito de tratamento; Período: efeito de período; D*P: interação entre dieta e período.

⁴GMD: ganho médio diário; CMS: consumo de matéria seca médio diário; Cons. N.: consumo de narasina. EA: eficiência alimentar.

Os cordeiros dos tratamentos N24 e N48 apresentaram maior GMD quando comparado ao tratamento N72 ($P = 0,03$). O GMD dos cordeiros do tratamento N24 foi de 56,88 g/d sendo 15,74 g e 21,94 g a mais em relação aos cordeiros dos tratamentos N72 respectivamente, similar ao tratamento N48 que apresentou o ganho de 54,72 g/d sendo 13,58g a mais que o C e 19,38g a mais que o tratamento N72. Apesar de informações sobre o efeito da narasina ainda serem escassas na literatura, autores já demonstram que a narasina pode aumentar o GMD dos animais em dietas com elevado teor de volumoso (SILVA et al., 2015 e POLIZEL et al., 2017). Acredita-se que a narasina pode aumentar a digestibilidade do FDN, como mostrado por Polizel et al. (2016b), que avaliaram os efeitos do fornecimento de concentrações crescentes de narasina (0, 8, 16, 24 e 32 mg/kg de MS) para ovinos alimentados com dietas com elevado teor de volumoso, observando um aumento linear na digestibilidade de FDN. O aumento na digestibilidade do FDN pode justificar o maior desempenho dos cordeiros, pois não houve alteração no CMS, e um aumento na digestibilidade dessa fração

poderia aumentar o aporte energético para os cordeiros. Além disso, essa fração fibrosa da dieta correspondeu a mais de 70% da dieta total do presente experimento.

A melhoria no GMD pode ainda ser decorrente do aumento na eficiência do metabolismo energético ruminal. O aumento na proporção de propionato em relação ao acetato, já que o propionato é o único AGCC que pode ser convertido à glicose, que será utilizada como fonte de energia para o animal (MORAIS et al., 2006). Além disso, a maior produção de ácido propiônico resulta na diminuição de substratos disponíveis para a metanogênese resultando na diminuição das perdas de energia na forma de metano (ELLIS et al., 2012). Pouco se conhece sobre a ação da narasina no ambiente ruminal, entretanto Polizel et al., (2018a) e Miszura et al., (2018) mostraram que o uso de 13 ppm de narasina na dieta pode aumentar a produção de propionato, diminuir a produção de acetato, e consequentemente alteraram a proporção de acetato:propionato. Por outro lado, Polizel et al (2016^a) observaram que a inclusão de narasina aumentou a concentração total AGCC no rúmen, evidenciando aumento na eficiência na fermentação ruminal. Em relação à questão proteica, Polizel (2017) observou que a concentração ruminal de amônia diminuiu linearmente com a inclusão de narasina em dietas com alto teor de volumoso. Assim, o uso da narasina como aditivo alimentar tornou o processo de fermentação ruminal mais eficiente, aumentando a performance animal, o que ocorreu nos tratamentos N24 e N48. Entretanto, essa eficiência no metabolismo energético é observado quando o fornecimento de ionóforos é constante, Potchoiba et al. (1984) relataram que as mudanças na concentração de propionato permaneceram por até três dias após a retirada do ionóforo, já Rogers et al. (1997) relatam que a concentração total de AGCC retornaram aos valores iguais ao controle 24 horas após a retirada do ionóforo, o que poderia explicar os resultados apresentados pelo tratamento N72.

A eficiência alimentar dos cordeiros dos tratamentos N24 e N48 foi maior quando comparada aos cordeiros dos tratamentos N72 e C ($P = 0,02$). O que pode ser justificado devido ao aumento no GMD dos cordeiros.

Não houve diferença no peso corporal dos cordeiros ao final dos 21 dias (primeiro período; $P = 0,22$), assim como ao final dos 42 dias (segundo período; $P = 0,46$). não foi possível verificar a diferença no peso dos cordeiros, apesar de existir uma diferença no GMD dos cordeiros.

Após 63 dias (terceiro período) do início do experimento foi observado que os cordeiros dos tratamentos N24 e N48 apresentaram maior peso corporal que os animais do tratamento C, sendo que o tratamento N72 apresentou valores intermediários ($P =$

0,03). Após 84 dias (quarto período) também foi observado que os cordeiros dos tratamentos N24 e N48 apresentaram maior peso corporal quando comparados aos cordeiros dos tratamentos C e N72 ($P < 0,01$). Ao final do período experimental (105 dias, quinto período), os cordeiros do tratamento N24 apresentaram maior peso corporal em relação aos animais do tratamento C e N72 ($P < 0,01$). Os cordeiros que receberam narasina a cada 48 horas apresentaram peso final intermediário em relação aos tratamentos N24 e N72. Esses dados mostram que a frequência de ingestão da narasina afetou o desempenho animal.

Possivelmente o menor desempenho apresentado pelos cordeiros do tratamento N72 em comparação aos tratamentos N24 e N48 é devido ao aumento na frequência de fornecimento de narasina e não à concentração da dose utilizada. Segundo Wouters et al. (1997) a dose tóxica de narasina para ovinos é superior a 4 mg/kg de peso corporal, no caso dos cordeiros do presente experimento a dose tóxica seria de 134,12 mg consumidas diariamente, muito acima da dose utilizada de 0,51 mg/kg de peso corporal a cada 72 horas do tratamento N72. Polizel et al. (2016a) avaliaram os efeitos do fornecimento de concentrações crescentes de narasina (0, 8, 16, 24 e 32 mg/kg de MS) para borregos alimentados com dietas contendo elevado teor de forragem, e verificaram que a concentração total dos ácidos graxos de cadeia curta aumentou linearmente com a inclusão das doses de narasina, ou seja, a dose de 32 mg/kg de MS apresentou maior concentração de AGCC que as demais doses, mostrando mais uma vez que a dose utilizada de 39 mg/kg de MS a cada 72 horas não foi prejudicial ao desempenho dos cordeiros.

Corroborando com a hipótese de que o menor desempenho apresentado pelos cordeiros do tratamento N72 em comparação aos tratamentos N24 e N48 deveu-se ao aumento na frequência de fornecimento de narasina. Muller et al. (1984) avaliando os efeitos da suplementação energética com a inclusão de monensina fornecida diariamente (200 mg) e em dias alternados (400 mg), concluíram que o fornecimento em dias alternados não comprometeu a eficiência dos ionóforos para animais em pastagens. O que pode ser explicado por BELL et al. (2017) que relatam que os efeitos na fermentação ruminal provocadas pelos ionóforos persistem em média três dias após a retirada do aditivo da alimentação dos animais. Já Rogers et al. (1997) relatam que os efeitos na fermentação ruminal provocadas pelos ionóforos persistiram apenas por um dia após a retirada do ionóforo.

3.3. CONCLUSÃO

A frequência de consumo realizada pelos animais são dificuldades encontradas no fornecimento de ionóforos para animais em dietas volumosas, nesse estudo o fornecimento diário ou em dias alternados aumentou o peso final e a eficiência alimentar dos cordeiros. No entanto, a narasina não apresentou o efeito desejado quando administrada a cada 72 horas.

REFERÊNCIAS

AOAC. Official methods of analyses. 16th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington, D.C. 1990.

BECK, P.; HESS, T.; HUBBELL, D.; HUFSTEDLER, G. D.; FIESER, B.; CALDWELL, J. Additive effects of growth promoting technologies on performance of grazing steers and economics of the wheat pasture enterprise. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 1219-1227, 2014.

BELL, N. L.; CALLAWAY, T. R.; ANDERSON, R. C.; FRANCO, M.O.; SAWYER, J.E.; WICKERSHAM, T. A. Effect of monensin withdrawal on intake, digestion, and ruminal fermentation parameters by *Bos taurus indicus* and *Bos taurus taurus* steers consuming bermudagrass hay. **Journal of Animal Science**. v.95, 2017.

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

BRETSCHNEIDER, G.; ELIZALDE, J.C.; PÉREZ, F.A. The effect of feeding antibiotic growth promoters on the performance of beef cattle consuming forage- based diets: A review. **Livestock Science**. v.114, p.135-149, 2008.

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, W. C.; HORN, G. W.; DELANEY, D.; POND, K. R. Effects of ionophore on grazed forage utilization and their economic value for cattle on wheat pasture. In: Horn, G. W. (Ed.), **Proceedings**. National Wheat Pasture Symposium. Oklahoma State University, p. 343-355, 1984.

ELLIS, J. L.; DIJKSTRA, J.; BANNINK, A.; KEBREAB, E.; HOOK, E.; ARCHIBEQUE, S.; FRANCE, J. Quantifying the effect of monensin dose on the rumen volatile fatty acid profile in high-grain-fed beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 27172726, 2012.

FIESER, B, G.; HORN, G, W.; EDWARDS, J, T, Effects of energy, mineral supplementation, or both, in combination with monensin on performance of steers grazing winter wheat pasture. **Journal of Animal Science**, v, 85, p, 3470-3480, 2007.

GOBATO, L. G. M.; SILVA, R. G.; MISZURA, A. A.; POLIZEL, D. M.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; OLIVEIRA, G. B.; BERTOLONI, A. V.; BARROSO, J. P. R.; PIRES, A. V. Effects of narasina addition in mineral mixture on gain and intake of feedlot Nellore heifers (abstract). **Journal of Animal Science**, v.95, supplement 4, p. 266. 2017.

GOERING, H. K.; P. J. VAN SOEST. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Applications). **Agriculture Handbook**. No. 379. Agric. Res. Serv., US Dept. Agric., Washington, DC. 1970

GOODRICH, R. D.; GARRETT, J. E.; GAST, D. R.; KIRICK, M. A.; LARSON, D. A.; MEISKE, J. C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p. 1484-1498, 1984.

GUAN, H.; WITTENBERG, K. M.; OMINSKI, K. H.; KRAUSE, D. O. Efficacy of ionophore in cattle diets for mitigation of enteric methane. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 1896-1906, 2006.

LEÃO, M. I.; SILVA, M. M. C.; MAGALHÃES, A. C. M. **Etologia e comportamento ingestivo em caprinos e ovinos**. In: SIMPÓSIO DE CAPRINOS E OVINOS, 1, 2005, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG. p.1-10, 2005.

McGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. E194E203, 2001.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. **Aditivos**. In: Nutrição de Ruminantes, Jaboticabal, SP. FUNEP, p.539-570, 2006.

MULLER, R.D.; POTTER, E.L.; WRAY, M.L.; RICHARDSON, L.F.; GRUETER, H.P. Administration of monensin in self-fed (salt limiting) dry supplements or on an alternate — day feeding schedule. **Journal Animal Science**. v. 62, p. 593–600, 1986.

NAGARAJA, T. G.; NEWBOLD, C. J.; VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Manipulation of ruminal fermentation. **The rumen microbial ecosystem**. Edited by P. N. Hobson and C. S. Stewart, Second Edition, p. 524-632, 1997.

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.; SUSIN, I. Effect of narasin on rumen metabolism and dry matter intake in wethers fed high-forage diets (Abstract) **Journal of Animal Science**, E-Suppl. 5v.94, p-639, 2016a.

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

POLIZEL, D. M.; BARBOSA, M. J. P. T.; CAPPELLOZZA, B. I.; LOPES, C. N.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; GOBATO, L. G. M.; GONÇALVES, J. R. S.; PIRES, A. V. The addition of narasin into a mineral mixture improves performance of grazing Nellore steers (abstract). **Journal of Animal Science**, v. 95, supplement 4, p. 267, 2017.

POLIZEL, D. M. **Utilização de narasina na nutrição de ovinos**. 2017. 86 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

POLIZEL, D. M.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; MISZURA, A. A.; BARROSO, J. P. R.; MARTINS, A. S.; GOLCALVES, J. R. S.; LIMEDE, A. C.; CAPPELLOZZA, B. I.; FERREIRA, E. M.; PIRES, A.V. Narasin improves performance of grazing Nellore

yearling bulls. In **The American Society of Animal Science and the Canadian Society of Animal Science**, 2018, Vancouver. Joint Annual Meeting & Trade Show in Canada ASAS-CSAS, 2018.

POTCHOIBA, M. J.; NOCERINI, M. R.; CARLSON, J. R.; BREEZE, R. G. Effect of energy or protein supplementation containing monensin on ruminal 3-methylindole formation in pastured cattle. **American Journal of Veterinary Research**. v.45, p. 1389-1394, 1984.

ROGERS, M.; JOUANY, J. P.; THIVEND P.; FONTENOT J. P. The effect of short-term and long-term monensin supplementation, and its subsequent withdrawal on digestion in sheep. **Animal Feed Science Technol.** v. 65, p. 113–127, 1997.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Mini-review: the effect of ionophores on ruminal fermentations. **Applied Environmental Microbiology**. v. 55, p. 1-6, 1989.

SILVA, R. G.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; GOUVEA, V. N.; POLIZEL, D. P.; SANTOS, M. H.; MISZURA, A. A.; ANDRADE, T. S.; WESTPHALEN, M. F.; BIEHL, M. V.; PIRES, A. V. Effect of narasin in mineral mix to Nelore heifers fed with high forage (Abstract). **Journal of Animal Science**, E-Suppl. s3 v.98, p-118, 2015.

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.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON J. B., LEWIS B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle: methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**. v. 74, p.3583-3597, 1991.

WOUTERS F.; WOUTERS A. T. B.; BARRO C. S. L. intoxicação experimental por narasina em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.17, p.89-95, 1997.

4. Experimento II. Frequência de fornecimento de narasina nos parâmetros ruminais e digestibilidade aparente dos nutrientes em borregos alimentados com dietas contendo elevado teor de volumoso

RESUMO

O objetivo foi avaliar o fornecimento de narasina, assim como a frequência de oferta sobre parâmetros de fermentação ruminal e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo elevado teor de volumoso. Foram utilizados quatro borregos (Dorper x Santa Inês; castrados e providos de cânulas ruminais). O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4 x 4. As dietas experimentais foram compostas por 95% de feno de *coastcross* e 5% de milho moído (veículo de fornecimento do ionóforo). A oferta e a sobra foram mensuradas diariamente. Os tratamentos utilizados foram: Controle (C): fornecimento diário do milho moído sem ionóforo; N24: fornecimento diário de narasina na dosagem de 13 mg de narasina/kg de MS. N48: fornecimento de narasina a cada 48 horas, sendo no primeiro dia ofertado 26 mg de narasina/kg de MS e no segundo dia fornecido o milho moído sem ionóforo (média de 13 mg de narasina/kg de MS). N72: fornecimento de narasina a cada 72 horas, sendo ofertado no primeiro dia 39 mg de narasina/kg de MS, enquanto que no segundo e no terceiro dia ofertado o milho moído sem ionóforo. O experimento teve duração total de 144 dias, divididos em quatro períodos de trinta e seis dias cada. Em cada período, os doze primeiros dias foram utilizados como *wash-out*; do 13° ao 36° dia os animais receberam as dietas experimentais, sendo as colheitas de dados (total de fezes, urina e de fluido ruminal) realizadas nos seis últimos dias de cada período. Não houve efeito na digestibilidade da MS ($P = 0,30$) e do FDN ($P = 0,14$), a inclusão de narasina diariamente (N24) e a cada 48 horas (N48) aumentou a concentração molar de propionato ($P < 0,01$) e a concentração total de AGCC ($P < 0,01$), e diminuiu a relação acetato:propionato ($P < 0,01$). Com base nesses dados foi possível concluir que o fornecimento de narasina diariamente (N24) e a cada 48 horas (N48) melhorou fermentação ruminal dos ovinos, e o intervalo de fornecimento de 72 horas (N72) não alterou a fermentação ruminal.

Palavras-chave: ionóforos, propionato, relação acetato:propionato.

4.1. INTRODUÇÃO

A eficiência produtiva dos ruminantes é relacionada aos processos metabólicos envolvidos na fermentação ruminal, portanto, é cada vez mais frequente o uso dos ionóforos. Segundo Oliveira e Millen (2014) 93,9% dos consultores brasileiros relataram que o aditivo mais utilizados são os ionóforos. Os ionóforos promovem alteração dos padrões de fermentação ruminal, aumentando a proporção de ácido propiônico e diminuindo a proporção dos ácidos butírico e acético (RICHARDSON et al., 1976). Estas alterações resultam em vantagens nutricionais e metabólicas aos animais, que se expressam em ganhos econômicos, os quais incluem a melhora da eficiência alimentar e aumento do ganho de peso (MCGUFFEY et al., 2001).

A narasina é um ionóforo poliéter produzido por bactérias *Streptomyces aureofaciens*, com peso molecular 765 Daltons, atuando em bactérias gram positivas e fungos (BERG e HAMILL, 1978). Por essa razão, existe a intenção em utilizar a narasina como manipulador da fermentação ruminal. Apesar de pouco conhecimento sobre sua ação no ambiente ruminal, Polizel et al. (2018) mostraram que o uso de 13 ppm de narasina na dieta com alto teor de volumoso pode aumentar a proporção molar de propionato, diminuir a proporção molar de acetato, e consequentemente alterar a proporção de acetato:propionato.

Bactérias ruminais provenientes de animais recebendo dieta exclusiva de forragem são mais sensíveis à ionóforos que aquelas de animais recebendo dietas ricas em concentrado, indicando que este ionóforo pode ter maior benefício no desempenho de bovinos em pastagens ou em dietas contendo elevado nível de volumoso em comparação àquelas ricas em concentrado (LANA e RUSSEL, 2001). Entretanto, o fornecimento de ionóforos para animais mantidos em pastagens apresenta maiores dificuldades quando comparados a animais recebendo ração completa, pois existe a necessidade de um veículo de fornecimento que seja consumido na dose e frequência adequadas. Por essa razão, grande parte das pesquisas realizadas utilizaram dietas contendo alto teor de concentrado. Em revisão feita por Tedeschi et al. (2003), foram compilados 336 experimentos avaliando os efeitos do ionóforo no desempenho de bovinos. Dos trabalhos, 300 foram realizados em confinamento e apenas 36 trabalhos avaliando desempenho em pastagem.

Dessa maneira, o objetivo desse estudo foi avaliar o fornecimento de narasina, assim como a frequência de oferta sobre parâmetros de fermentação ruminal e

digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo elevado teor de volumoso.

4.2. MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1. Local do experimento e animais

O presente 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 em Piracicaba – SP – Brasil. O protocolo experimental foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ; nº 1711141016).

Foram utilizados quatro borregos F1 (Dorper x Santa Inês), castrados e providos de cânulas ruminais. Os animais permaneceram alojados em gaiolas para ensaio de metabolismo com dimensões de 1,30 x 0,55 m, providas de cocho, bebedouro e sistema para colheita de urina. As gaiolas permaneceram em ambiente coberto, ao abrigo de luz solar direta e chuva.

4.2.2. Delineamento e período experimental

O delineamento experimental adotado foi o quadrado latino 4 x 4. O experimento teve duração total de 144 dias, divididos em quatro períodos de trinta e seis dias cada. Em cada período os doze primeiros dias foram utilizados como *wash-out* (dietas sem a inclusão de ionóforos). Do 13º ao 36º dia os animais receberam as dietas experimentais, sendo as colheitas de dados (fezes, urina e fluido ruminal) realizadas nos seis últimos dias de cada período.

4.2.3. Tratamentos e manejo alimentar

As dietas experimentais foram compostas por 95% de volumoso (feno *coastcross*) e 5% de concentrado (milho moído), sendo este utilizado como veículo de fornecimento do ionóforo. Os tratamentos foram definidos pela frequência de fornecimento de narasina (dosagem de 13 mg de narasina /kg de MS), sendo:

- **Controle (C):** fornecimento de milho moído sem narasina;

- **Narasina 24 horas (N24):** fornecimento de narasina diariamente na dose de 13 mg de narasina/kg de MS;
- **Narasina 48 horas (N48):** fornecimento de narasina a cada 48 horas (em dias alternados). No primeiro dia foi ofertado 26 mg de narasina/kg de MS, enquanto que no segundo dia foi fornecido apenas o milho moído (em média, receberam 13 mg de narasina/kg de MS);
- **Narasina 72 horas (N72):** fornecimento de narasina a cada 72 horas. No primeiro dia foi fornecido 39 mg de narasina/kg de MS, enquanto que no segundo e terceiro dia foi ofertado apenas o milho moído (em média receberam 13 mg de narasina/kg de MS).

O feno foi moído utilizando um triturador (Nogueira® DPM – 4, Itapira, São Paulo, Brasil), com peneiras providas com crivo de 10 mm. Diariamente, uma vez ao dia (manhã), o feno e o milho moído foram pesados em uma balança eletrônica de precisão de 0,1 grama (Toledo do Brasil – Indústria de Balanças LTDA®, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil) e ofertados separadamente. A composição química do feno e do milho moído utilizado durante a realização do experimento está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Composição química dos ingredientes e da dieta total.

Item ¹	Ingredientes		Dieta Total
	Feno <i>coastcross</i>	Milho moído	
MS	87,05	86,81	87,04
PB	16,15	10,85	15,89
MM	11,3	1,77	10,82
FDN	71,42	12,64	68,48
FDA	34,9	3,52	33,33

¹MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido.

4.2.4. Digestibilidade aparente de nutrientes

Foi realizada colheita total de fezes entre o 31° ao 36° dia de cada período experimental, utilizando arreios providos de bolsas coletoras, a fim de evitar a mistura das fezes com a urina. As fezes foram pesadas em balança eletrônica de precisão de 0,1 grama (Toledo do Brasil – Indústria de Balanças LTDA®, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil), amostradas (10% do total) e congeladas a -18°C, para análise e cálculo de digestibilidade.

As amostras das dietas experimentais, sobras e fezes foram secas em estufa (MA035 - Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil) a 55°C por 72 horas e foi calculado a MS I, posteriormente foram processadas em moinho tipo Wiley (Marconi®, Piracicaba, São Paulo, Brasil), providos de peneiras com crivos de 1,0 mm e analisados para determinação de MS II por meio de secagem em estufa (MA035 - Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil) a 105° C durante 24 horas. A MM foi realizada através da incineração das amostras em mufla (Stecno ® 416 – Stecno fornos e equipamentos, São Paulo, São Paulo, Brasil) a 550° C por 4 horas (AOAC, 1990). A concentração de nitrogênio total foi realizada utilizando aparelho LECO Tru Mac® /N (Nitrogen Determinator, version 1,5x, St. Joseph, EUA). A PB foi calculada pela multiplicação do nitrogênio total por 6,25. A determinação da fração fibrosa foi realizada de forma sequencial, utilizando alfa-amilase termoestável e sulfito de sódio para análise de FDN de acordo com metodologia proposta por Van Soest et al. (1991) e a FDA de acordo com Goering e Van Soest (1970), utilizando o Analisador de Fibra Ankon 2000 (Ankon Tech. Corp., Fairport, NY, USA). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA), do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, Piracicaba/ SP.

A digestibilidade aparente dos nutrientes foi calculada a partir da seguinte fórmula:

$$DATT(\%) = \frac{(MSC \times NMS) - (MSF \times NMF)}{(MSC \times NMS)} \times 100$$

Onde: DATT = digestibilidade aparente do trato total; MSC = matéria seca consumida; NMS = porcentagem do nutriente na matéria seca consumida; MSF = matéria seca fecal; NMF = porcentagem do nutriente na matéria seca fecal.

4.2.5. Balanço de nitrogênio

A urina foi colhida do 31° ao 36° dia de cada período experimental, sendo utilizados recipientes plásticos contendo solução de ácido clorídrico a 50%, a fim de manter o pH da urina abaixo de 3, para evitar a volatilização de nitrogênio. O total colhido foi mensurado e homogeneizado, sendo em seguida filtrado e amostrado (2%) e armazenado em frascos mantidos a -18° C. A concentração de nitrogênio total foi realizadas utilizando aparelho LECO Tru Mac® /N (Nitrogen Determinator, version 1,5x, St. Joseph, EUA).

O balanço de nitrogênio foi calculado através das fórmulas abaixo apresentadas:

$$\text{Nitrogênio absorvido (g/d)} = \text{N consumido} - \text{N fecal}$$

$$\text{Nitrogênio retido (g/d)} = \text{N absorvido} - \text{N urinário}$$

$$\text{Balanço de N (\% N absorvido)} = (\text{N retido}/\text{N absorvido}) \times 100$$

$$\text{Balanço de N (\% N ingerido)} = (\text{N retido}/\text{N ingerido}) \times 100$$

4.2.6. Colheita e análise do fluido ruminal

As colheitas de fluido ruminal foram realizadas durante seis dias consecutivos, nos dias 31° ao 36° de cada período experimental. As colheitas foram realizadas em função do tempo de fornecimento do feno e do veículo (contendo ou não o ionóforo), com intervalo de 6 horas, ou seja, a primeira colheita foi realizada na hora 0, momento anterior à oferta de alimento, posteriormente 6 e 12 horas após a alimentação. O conteúdo foi colhido e filtrado em tecido de nylon de 150 micras, a fim de obter ao menos 100 mL de fluído ruminal, o qual foi encaminhado para o laboratório para determinar o pH em um pHmetro digital (DIGIMED DM20). As amostras foram armazenadas por hora, sendo alocada em um recipiente plástico 30 mL de fluido ruminal de cada dia de colheita/hora.

Para a determinação de AGCC, 1,6 mL do fluído ruminal adicionado de 0,4 mL de solução 3:1 de ácido metafosfórico 25% com ácido fórmico 98-100% e 0,2 mL de solução de ácido 2-etil-butírico 100 mM (padrão interno) foram centrifugados a 15.000 g, durante 15 minutos e a 4°C. Posteriormente, o extrato sobrenadante ($\pm 1,2$ mL) de cada amostra foi transferido para vials cromatográficos. Desse extrato, foi injetado automaticamente pelo sistema injetor, 1 μ L em cromatógrafo gasoso (CG HP 7890A; Injetor HP 7683B, Agilent Technologies) equipado com coluna capilar HP-FFAP

(1909F-112; 25 m; 0,32 mm; 0,5 μ m; JeW Agilent Technologies). O gás de arraste utilizado foi o H_2 , mantido em fluxo de 31,35 mL/min. A temperatura do injetor e detector foi de 260°C. O tempo total da análise cromatográfica foi de 16,5 minutos, dividido em três rampas de aquecimento: 80°C (1min), 120°C (20°C/min; 3min) e 205°C (10°C/min; 2 min). A concentração dos AGCC (mM) foi determinada com base em uma curva de calibração externa.

A concentração de N-NH₃ foi determinada pelo método colorimétrico descrito por Chaney e Marbach (1962), adaptado para leitor de microplaca (BIO – RAD, Hercules, CA), utilizando filtro para absorvância de 550 nm.

4.2.7. Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Procedimento MIXED do SAS (2002), sendo considerado efeito significativo quando $P \leq 0,05$. Todos os dados analisados foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk para verificar a normalidade dos resíduos. A homogeneidade das variâncias foi conferida a partir do teste de Levene e a retirada dos outliers foi realizada com base nos valores do resíduo studentizado.

As variáveis relacionadas aos parâmetros de fermentação ruminal foram avaliadas como medidas repetidas no tempo, levando em consideração o horário das coletas ao longo dos dias, utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + A_j + P_k + e_{ijk} + H_l + (TH)_{il} + e_{ijkl}$$

Onde: μ = média geral; T_i = efeito fixo de tratamento; A_i = efeito aleatório de animal; P_k = efeito aleatório de período; e_{ijk} = erro residual aleatório A; $(TH)_{il}$ = efeito fixo da interação entre o tratamento e horário de colheita; e e_{ijkl} = erro residual aleatório B.

As matrizes de covariância “compound symmetry, heterogeneous compound symmetry, autoregressive, heterogeneous autoregressive, unstructured, banded, variance components, toeplitz e heterogeneous toeplitz” foram testadas e definidas de acordo com o menor valor obtido para “Akaike’s Information Criterion Corrected” (AICC). As médias dos tratamentos foram obtidas pelo comando LSMEANS. Os conjuntos de dados foram avaliados por meio do teste de Tukey. Os efeitos de hora e interação dieta x hora foram definidos pelo teste F da análise de variância.

As variáveis relacionadas a consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio foram avaliadas utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + P_k + e_{ijk}$$

Onde: μ = média geral; T_i = efeito fixo de tratamento; A_j = efeito aleatório de animal; P_k = efeito aleatório de período; e_{ijk} = erro residual aleatório A.

As médias dos tratamentos foram obtidas pelo comando LSMEANS. Os conjuntos de dados foram avaliados por meio do teste de Tukey.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de narasina consumida pelos borregos alimentados com as dietas experimentais esta representado na Figura 3, não houve efeito entre os tratamentos N24, N48 e N72 ($14,53 \pm 0,37$ mg/kg MS).

Figura 3. Concentração de narasina consumida pelos borregos alimentados com as dietas experimentais.

Controle (C): fornecimento do concentrado sem ionóforo; Narasina 24 horas (N24): fornecimento diário de narasina; Narasina 48 horas (N48): fornecimento de narasina a cada 48 horas; Narasina 72 horas (N72): fornecimento de narasina a cada 72 horas. EPM: erro padrão da média.

Os dados de consumo de matéria seca e consumo dos nutrientes estão representados na Tabela 4. Os borregos do tratamento N72 apresentaram maior consumo de MS ($P = 0,03$), MO ($P = 0,03$) e FDN ($P = 0,03$) quando comparados aos borregos do tratamento N24. Este resultado não era esperado, visto que, não houve efeito no CMS dos cordeiros alimentados com as mesmas dietas experimentais (experimento I - desempenho). Outros estudos mostram que a narasina não altera o CMS em dietas com elevado teor de volumoso (SILVA et al., 2015 e POLIZEL et al.,

2016b). O consumo de FDA ($P = 0,12$) e PB ($P = 0,06$), não foram afetados pela frequência de fornecimento de narasina.

Tabela 4. Consumo e digestibilidade dos nutrientes pelos borregos alimentados com as dietas experimentais.

Item ¹	Dietas ²				EPM ³	Valor de P
	C	N24	N48	N72		Dietas
Consumo, kg/d						
MS	1,33 ^{ab}	1,22 ^b	1,24 ^{ab}	1,39 ^a	0,07	0,03
MO	1,18 ^{ab}	1,08 ^b	1,10 ^{ab}	1,23 ^a	0,06	0,03
FDN	0,89 ^{ab}	0,82 ^b	0,83 ^{ab}	0,93 ^a	0,05	0,03
FDA	0,48	0,46	0,45	0,50	0,03	0,12
PB	0,21	0,19	0,19	0,22	0,02	0,06
Digestibilidade, %						
MS	55,38	57,75	57,79	58,02	1,43	0,30
MO	56,00	58,22	58,47	58,62	1,42	0,35
FDN	61,19	63,62	63,85	63,71	1,00	0,14
FDA	30,32	25,67	25,77	25,56	5,58	0,88
PB	65,38	67,13	67,05	67,69	3,15	0,37

¹MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; ²Controle (C): fornecimento do concentrado sem ionóforo; Narasina 24 horas (N24): fornecimento diário de narasina; Narasina 48 horas (N48): fornecimento de narasina a cada 48 horas; Narasina 72 horas (N72): fornecimento de narasina a cada 72 horas. ³EPM: erro padrão da média.

O coeficiente de digestibilidade aparente da MS ($P = 0,30$), MO ($P = 0,35$), FDN ($P = 0,14$), FDA ($P = 0,88$) e PB ($P = 0,37$) não foram afetadas pela frequência de fornecimento de narasina utilizadas nesse experimento (Tabela 4). Os ionóforos podem causar pequena a moderada melhora na digestibilidade dos alimentos (Schelling, 1984), essa melhora é influenciada por fatores como consumo voluntário de alimentos, enchimento ruminal e taxa de passagem (Rodrigues et al., 2001). Os estudos que avaliam os efeitos dos ionóforos sobre a digestibilidade dos alimentos têm demonstrado resultados bastante variáveis (Bedo et al., 1990), de acordo com Russel e Strobel (1989), muitos experimentos *in vivo* demonstraram não haver decréscimo na digestibilidade durante a suplementação com ionóforos. Da mesma forma, Zinn et al.

(1994) não verificaram efeitos dos ionóforos sobre a digestibilidade, independentemente do nível de fibra na dieta.

As dietas experimentais não afetaram a quantidade de nitrogênio ingerida ($P = 0,10$), eliminada pela urina ($P = 0,51$), quantidade de nitrogênio absorvida ($P = 0,12$) e retida ($P = 0,15$), porcentagem de nitrogênio absorvida ($P = 0,26$) e ingerida ($P = 0,27$; Tabela 5). Entretanto, houve efeito na quantidade de nitrogênio eliminado pelas fezes ($P = 0,04$), sendo que, os borregos que receberam narasina diariamente (N24) eliminaram menos nitrogênio nas fezes que os borregos do tratamento controle. Existem poucos relatos sobre o efeito da narasina no balanço de nitrogênio em ruminantes na literatura. Polizel (2017) concluiu que a inclusão de doses de narasina não afetou a eficiência de utilização de nitrogênio em borregos alimentados com dietas de elevado teor de volumoso. Entretanto, na literatura de monogástricos, Wuethrich et al. (1998) relataram que a administração de narasina melhorou a digestibilidade aparente de nitrogênio e diminuiu o nitrogênio fecal em suínos. Os autores justificam pelo fato da narasina atuar nas bactérias presentes no intestino dos suínos, afetando metabolismo do nitrogênio, diminuindo a deaminação.

Tabela 5. Balanço de nitrogênio de borregos alimentados com as dietas experimentais.

Item	Dietas ¹				EPM ²	Valor de P
	C	N24	N48	N72		Dietas
N ingerido, g/d	32,85	30,93	30,81	34,84	2,87	0,10
N fezes, g/d	11,29 ^a	9,80 ^b	10,16 ^{ab}	11,08 ^{ab}	0,90	0,04
N urina, g/d	15,75	11,48	13,10	9,70	3,17	0,51
N absorvido, g/d	21,55	21,13	20,65	23,76	2,60	0,12
N retido						
g/d	7,39	9,65	10,62	14,05	2,77	0,15
% do absorvido	32,92	43,23	50,12	58,91	10,34	0,26
% do ingerido	21,57	29,89	34,33	39,86	7,43	0,27

¹Controle (C): fornecimento do sem ionóforo; Narasina 24 horas (N24): fornecimento diário de narasina; Narasina 48 horas (N48): fornecimento de narasina a cada 48 horas; Narasina 72 horas (N72): fornecimento de narasina a cada 72 horas. ²EPM: erro padrão da média.

Os tratamentos não afetaram a proporção molar do acetato ($P = 0,75$), isobutirato ($P = 0,07$) e butirato ($P = 0,11$). De acordo com a literatura a narasina possui a capacidade de diminuir a concentração do nitrogênio amoniacal (POLIZEL, 2017 e MISZURA et al., 2018) em consequência da diminuição da deaminação (BERGEN e

BATES, 1984), entretanto, esses resultados não foram observados no presente estudo ($P = 0,18$; Tabela 6).

Houve efeito na concentração total dos AGCC ($P < 0,01$), os borregos dos tratamentos N24 e N48 apresentaram maior concentração total dos AGCC quando comparados aos animais do tratamento C e N72 (Tabela 6). A produção total de AGCC é um produto diretamente relacionado com a composição da dieta, os níveis de ingestão e digestão (BERGMAN, 1990). Polizel (2017) relata um aumento na concentração total de AGCC com a inclusão de narasina, em virtude da tendência no aumento na digestibilidade do FDN em conjunto com a melhor utilização da amônia pelos microrganismos, como nesse estudo não houve efeito na digestibilidade dos nutrientes, acredita-se que possa ter acontecido uma compensação na digestibilidade nos cordeiros dos tratamentos C e N72 ao longo do trato digestivo total.

Tabela 6. Parâmetros ruminais dos borregos ao longo das horas em função do fornecimento das dietas experimentais.

Item	Dietas ¹				EPM ²	Valor de P ³		
	C	N24	N48	N72		Dieta	Hora	D*H
AGCC, mM/100mM								
Acetato	76,65	75,60	76,20	76,67	1,22	0,75	<0,01	0,76
Propionato	15,88 ^b	17,35 ^a	16,91 ^a	16,57 ^{ab}	0,43	<0,01	<0,01	0,71
Isobutirato	0,64	0,76	0,70	0,58	0,08	0,07	<0,01	0,45
Butirato	5,36	4,85	4,78	4,94	0,59	0,11	0,25	0,27
Isovalerato	0,79 ^b	1,03 ^a	0,87 ^b	0,76 ^b	0,09	<0,01	<0,01	0,44
Valerato	0,60	0,59	0,56	0,51	0,06	0,07	0,03	0,01
Total, mM	88,96 ^b	107,43 ^a	100,53 ^a	84,62 ^b	5,37	<0,01	<0,01	0,22
Ac:Prop	4,86 ^a	4,38 ^b	4,53 ^b	4,66 ^{ab}	0,17	<0,01	<0,01	0,77
pH	6,36	6,40	6,41	6,27	0,13	0,33	<0,01	0,47
N-NH3, mg/dl	13,28	13,98	16,56	16,87	2,03	0,18	<0,01	0,25

¹Controle (C): fornecimento do concentrado uma vez ao dia sem ionóforo; Narasina 24 horas (N24): fornecimento diário de narasina; Narasina 48 horas (N48): fornecimento de narasina a cada 48 horas (dias alternados); Narasina 72 horas (N72): fornecimento de narasina a cada 72 horas. ²EPM: erro padrão da média. D*H: interação entre dieta e hora.

A frequência de fornecimento de narasina alterou a proporção molar de propionato ($P < 0,01$). Os animais alimentados com narasina a cada 24 horas (N24) e a cada 48 horas (N48) apresentaram maior proporção molar de propionato do que os animais do tratamento C. Consequentemente, o fornecimento de narasina a cada 24 e 48 horas reduziu a proporção acetato:propionato, quando comparado ao tratamento controle ($P < 0,01$; Tabela 6).

Os ionóforos (monensina, lasalocida, salinomycin e narasina) são capazes de alterar as proporções molares dos AGCC produzidos no rúmen, aumentando a proporção molar de propionato, além de reduzir as concentrações de ácido láctico total e a relação acetato:propionato (TOMKINS et al., 2015). O aumento das concentrações de propionato, que é convertido à glicose, proporciona um aumento no fluxo hepático e no processo de gliconeogênese, resultando na melhora no metabolismo energético dos ruminantes (MORAIS et al., 2011). Além disso, ocorre de forma indireta a inibição da metanogênese, através da redução da população de bactérias produtoras de hidrogênio e formato, reduzindo assim os substratos disponíveis para as bactérias produtoras de metano (TOMKINS et al., 2015), devido ao fato que o propionato é um importante dreno de hidrogênio do ambiente ruminal (WOLIN, 1960).

A narasina é um ionóforo modulador da fermentação ruminal, segundo Nagaraja et al. (1987) a narasina mostrou ser mais potente no aumento da produção de propionato e redução na relação acetato:propionato do que lasalocida e monensina em ensaios *in vitro*. Miszura et al. (2018), avaliando parâmetros de fermentação ruminal em bovinos alimentados com diferentes aditivos (lasalocida, virginiamicina e narasina) concluíram que a inclusão de narasina aumentou a proporção molar de propionato, a concentração total de AGCC, e consequentemente, diminuiu a relação acetato:propionato em comparação aos demais aditivos.

Em relação à dose de narasina utilizada, Polizel et al. (2016a) avaliaram os efeitos do fornecimento de concentrações crescentes de narasina (0, 8, 16, 24 e 32 mg/kg de MS) para borregos alimentados com dietas contendo elevado teor de forragem sobre os parâmetros de fermentação ruminal, verificaram que a concentração total de AGCC aumentou linearmente com a inclusão das doses de narasina. Ou seja, quando fornecida diariamente, a dosagem de 32 mg narasina/kg de MS, apresentou a maior concentração de AGCC que as demais doses. Admitindo-se que a dose de 39 mg/kg de MS a cada 72 horas utilizada nesse experimento não foi prejudicial aos animais.

Acredita-se que as alterações nos parâmetros ruminais apresentados pelos borregos do tratamento N24 podem ser explicadas pelo fato de que o fornecimento

diário de ionóforos para ruminantes resultam na maior porcentagem molar de propionato (BELL et al., 2016) e menor relação acetato:propionato quando comparados a animais que não recebem ionóforos (BELL et al., 2016 e ROGERS et al., 1997). Entretanto, após quatro dias da retirada da monensina da alimentação dos animais, houve uma diminuição na porcentagem molar de propionato, além disso, a relação acetato:propionato já apresentava os mesmos valores entre os animais que não receberam e os que receberam monensina anteriormente (BELL et al., 2017). Potchoiba et al. (1984) relataram que a monensina manteve mudanças na concentração de propionato por até três dias após a retirada do ionóforo. Rogers et al. (1997) relata que a concentração total de AGCC retornaram aos valores iguais ao controle 24 horas após a retirada do ionóforo, corroborando com a hipótese de que a fermentação ruminal possa ter sido favorecida com a frequência diária de fornecimento de narasina (N24), e teve seu potencial de ação diminuído com o aumento da frequência de fornecimento (N72).

Houve aumento na proporção molar de isovalerato nos animais que receberam narasina diariamente ($P < 0,01$). O isovalerato é provido normalmente no ambiente ruminal por bactérias que desaminam e descarboxilam o aminoácido leucina. Como os demais ácidos graxos de cadeia ramificada, o isovalerato é necessário e/ou estimulador para o crescimento de bactérias celulolíticas (ACURI, LOPES e CARNEIRO, 2011). Segundo Russell e Sniffen (1984), estudando o efeito da suplementação de isovalerato no crescimento de populações ruminais utilizando como substrato feno de gramíneas, concluíram que houve um aumento de 11,2% na síntese de proteína microbiana, o aumento na população de bactérias celulolíticas em animais alimentados com elevada proporção de forragem na dieta é de grande interesse, visto que são bactérias responsáveis pela degradação de celulose.

As colheitas de fluido ruminal foram realizadas durante seis dias consecutivos, na hora zero (anterior à alimentação), seis e doze horas após a alimentação dos borregos, resultando em grande número de horas (hora 0 até hora 132) analisadas. Por essa razão houve efeito de hora ($P < 0,01$) para as variáveis: concentração molar de propionato, concentração molar de acetato, concentração molar de isobutirato, concentração molar de isovalerato, concentração total de AGCC, proporção acetato:propionato, concentração de nitrogênio amoniacal e pH ruminal.

Não houve interação entre dieta e hora para as variáveis analisadas, exceto para concentração molar de valerato ($P = 0,01$). Realizando o desdobramento da interação, foi possível verificar que na hora 78 (quarto dia de colheita de dados – 6 horas após a alimentação dos animais) os tratamentos N24 e N48 apresentaram maior concentração

molar de valerato que o tratamento N72 ($P = 0,05$; Figura 4). Na hora 84 (quarto dia de colheita de dados – 12 horas após a alimentação dos animais) o tratamento N24 apresentou maior concentração molar de valerato que o tratamento controle ($P = 0,05$; Figura 5). As interações na concentração molar de valerato foram em momentos pontuais entre uma grande gama de colheitas realizadas no estudo.

Figura 4. Desdobramento da interação entre dieta e hora para a concentração molar de valerato na hora 78.

Controle (C): fornecimento do concentrado uma vez ao dia sem ionóforo; Narasina 24 horas (N24): fornecimento diário de narasina; Narasina 48 horas (N48): fornecimento de narasina a cada 48 horas; Narasina 72 horas (N72): fornecimento de narasina a cada 72 horas. EPM: erro padrão da média.

Figura 5. Desdobramento da interação entre dieta e hora para a concentração molar de valerato na hora 84.

Controle (C): fornecimento do concentrado uma vez ao dia sem ionóforo; Narasina 24 horas (N24): fornecimento diário de narasina; Narasina 48 horas (N48): fornecimento de narasina a cada 48 horas; Narasina 72 horas (N72): fornecimento de narasina a cada 72 horas. EPM: erro padrão da média.

4.4. CONCLUSÃO

A utilização de narasina não apresentou alterações na digestibilidade aparente dos nutrientes. Entretanto, o fornecimento diário de narasina e em dias alternados alterou positivamente os parâmetros de fermentação ruminal. Nesse estudo, a narasina mostrou diminuição na sua capacidade como moduladora da fermentação ruminal no intervalo de fornecimento maior que dois dias (72 horas/N72).

REFERÊNCIAS

ACURI, B. A.; LOPES, F. O. F.; CARNEIRO, J. C. **Microbiologia do rumen**. In: Nutrição de ruminantes. Ed. 2. Jaboticabal: FUNEP, p.133, 2011.

AOAC. Official methods of analyses. 16th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington, D.C., 1990.

BEDO, S.; BODIS, A.; RAVASZ, I. Improvement of digestibility with monensin? **Kraftfutter**, n.2, p.62-66, 1990.

BELL, N. L.; ANDERSON, R. C.; CALLAWAY, T. R.; FRANCO, M. O.; SAWYER J. E.; WICKERSHAM, T. A. Effect of monensin inclusion on intake, digestion, and ruminal fermentation parameters in *Bos taurus indicus* and *Bos taurus taurus* steers consuming bermudagrass hay. **Journal of Animal Science**, v. 95, p. 2736-2746, 2016.

BELL, N. L.; CALLAWAY, T. R.; ANDERSON, R. C.; FRANCO, M.O.; SAWYER, J.E.; WICKERSHAM, T. A. Effect of monensin withdrawal on intake, digestion, and ruminal fermentation parameters by *Bos taurus indicus* and *Bos taurus taurus* steers consuming bermudagrass hay. **Journal of Animal Science**. v.95, p. 2747-2757, 2017.

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

BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**. v. 70, p. 567–590, 1990.

GOERING, H. K.; P. J. VAN SOEST. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Applications). **Agriculture Handbook**. No. 379. Agric. Res. Serv., US Dept. Agric., Washington, DC. 1970

LANA, R. P.; RUSSEL, J. B. Efeitos da Monensina sobre a Fermentação e Sensibilidade de Bactérias Ruminais de Bovinos sob Dietas Ricas em Volumoso ou Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30, n°1, 2001.

McGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. E194E203, 2001.

MISZURA, A. A.; POLIZEL, D. M.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; BARROSO, J. P. 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 In The American Society of Animal Science and the Canadian Society of Animal Science 2018, Vancouver. Joint Annual Meeting & Trade Show in Canada **ASAS-CSAS**, 2018.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. **Aditivos**. In: Nutrição de ruminantes. Ed. 2. Jaboticabal: FUNEP, p.565-599, 2011.

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.

OLIVEIRA, C.A.; MILLEN, D.D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**. v. 197, p. 64-75, 2014.

POTCHOIBA, M. J.; NOCERINI, M. R.; CARLSON, J. R.; BREEZE, R. G. Effect of energy or protein supplementation containing monensin on ruminal 3-methylindole formation in pastured cattle. **American Journal of Veterinary Research**.v. 45, p. 1389-1394, 1984.

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.; SUSIN, I. Effect of narasin on rumen metabolism and dry matter intake in wethers fed high-forage diets (Abstract) **Journal of Animal Science**, E-Suppl. 5v.94, p-639, 2016a.

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.; SUSIN, I. Effect of narasin on rumen metabolism and dry matter intake in wethers fed high-forage diets (Abstract) **Journal of Animal Science**, E-Suppl. 5v.94, p-639, 2016a.

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

POLIZEL, D.M. **Utilização de narasina na nutrição de ovinos**. 2017. 86 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

POLIZEL, D. M.; MISZURA, A. A.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; BARROSO, J. P. 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. In The American Society of Animal Science and the Canadian Society of Animal Science 2018, Vancouver. Joint Annual Meeting & Trade Show in Canada **ASAS-CSAS**, 2018.

RICHARDSON, L. F.; RAUN, A. P.; POTTER, E. L. Effect of monensin on ruminal fermentation “in vitro” and “in vivo”. **Journal Animal Science**, v. 43, p. 644-657, 1976.

RODRIGUES, P.H.M.; MATTOS, W.R.S.; MELOTTI, L.; et al. Monensina e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso/concentrado. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.449-455, 2001.

ROGERS, M.; JOUANY, J. P; THIVEND P.; FONTENOT J. P. The effect of short-term and long-term monensin supplementation, and its subsequent withdrawal on digestion in sheep. **Animal Feed Science Technol**. v. 65, p. 113–127, 1997.

RUSSEL, J. B.; SNIFFEN, C. J.; Effect of carbon-4 and carbon-5 volatile fatty acids on growth of mixed rumen bacteria *in vitro*. **Journal Dairy Science**. v. 67, p. 987-994, 1984.

RUSSELL, J. B., STROBEL, H. J. Mini-review: the effect of ionophores on ruminal fermentations. **Applied Environmental Microbiology**, v. 55, p. 1-6, 1989.

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

SILVA, R. G.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; GOUVEA, V. N.; POLIZEL, D. P.; SANTOS, M. H.; MISZURA, A. A.; ANDRADE, T. S.; WESTPHALEN, M. F.; BIEHL, M. V.; PIRES, A. V. Effect of narasin in mineral mix to Nelore heifers fed with high forage (Abstract). **Journal of Animal Science**, E-Suppl. s3 v.98, p-118, 2015.

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.

TOMKINS, N. W.; DENMAN, S. E.; PILAJUN, R.; WANAPAT, M.; MCSWEENEY, C. S.; ELLIOTT, R. Manipulation rumen fermentation and methanogenesis using an essential oil and monensin in beef cattle fed a tropical grass hay. **Animal Feed Science and Technology**. v. 200, p. 25-34, 2015.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON J. B., LEWIS B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle: methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**. v. 74, p.3583-3597, 1991.

WOLIN, M. J. A theoretical rumen fermentation balance. **Journal of Dairy Science**. V. 43, p.1452-1459, 1960.

WUETHRICH, A.J.; RICHARDSON, L. F.; MOWREY, D .H.; PAXTON, R. E.; ANDERSON, D. B. The effect of narasin on apparent nitrogen digestibility and large intestine volatile fatty acid concentrations on finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1056-1063, 1998.

ZINN, R.A.; PLASCENCIA, A.; BARAJAS, R. Interaction of forage level and monensin in diets for feedlot cattle on growth performance and digestive function. **Journal of Animal Science**, v.72, n.9, p.2209-2215, 1994.