

ANDRÉ STORTI MARTINS

**Utilização de narasina na dieta de ovelhas em lactação e seus efeitos sobre a produção de leite e o desempenho de suas crias**

Pirassununga

2020

ANDRÉ STORTI MARTINS

**Utilização de narasina na dieta de ovelhas em lactação e seus efeitos sobre a produção de leite e o desempenho de suas crias**

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

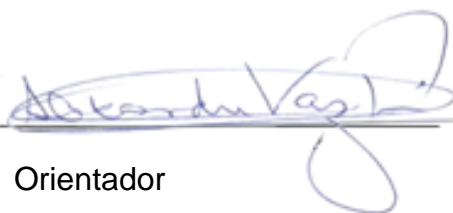
**Área de concentração:**

Nutrição e Produção Animal

**Orientador:**

Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires

De acordo



Orientador

Pirassununga

2020

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

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

## DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

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

T. 3895  
FMVZ

Martins, André Storti  
Utilização de narasina na dieta de ovelhas em lactação e seus efeitos sobre a produção de leite e o desempenho de suas crias / André Storti Martins. – 2020.  
50 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2020.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires.

1. Ionóforos. 2. Ovinos. 3. Cordeiros. 4. Composição do leite. I. Título.

**CERTIFICADO**

Certificamos que a proposta intitulada "Desempenho, consumo de matéria seca, perfil metabólico, produção e composição do leite das ovelhas alimentadas com dietas contendo narasina, e o desempenho de suas crias", protocolada sob o CEUA nº 6972020119 (ID 006884), sob a responsabilidade de **Alexandre Vaz Pires e equipe; André Storti Martins** - 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 14/08/2019.

We certify that the proposal "Performance, dry matter intake, metabolic profile and milk production and composition of ewes fed diets with narasin, and performance of their offspring", utilizing 30 Ovines (males and females), protocol number CEUA 6972020119 (ID 006884), under the responsibility of **Alexandre Vaz Pires and team; André Storti Martins** - 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 08/14/2019.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa**

Vigência da Proposta: de **01/2019** a **04/2019** Área: **Nutrição E Produção Animal**

Origem: **Animais provenientes de outros projetos**

Espécie: **Ovinos**

sexo: **Machos e Fêmeas**

idade: **1 a 5 anos**

N: **30**

Linhagem: **Dorper x Santa Ines e Santa Ines**

Peso: **40 a 70 kg**

Local do experimento: Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz e Queiroz" Universidade de São Paulo

São Paulo, 12 de dezembro de 2019

Profa. Dra. Anneliese de Souza Traldi

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

Roseli da Costa Gomes

Secretária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

## FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: MARTINS, André Storti

Título: **Utilização de narasina na dieta de ovelhas em lactação e seus efeitos sobre a produção de leite e o desempenho de suas crias**

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, Martins e Eliane*  
*Aos meus irmãos Felipe e Marília*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Eliane e Martins, e aos meus irmãos, Felipe e Marília, pelo amor e carinho que sempre partilhamos, e por me ensinarem a viver e a sonhar.

À minha família maravilhosa, que sempre me apoiou, incentivou e me acolheu, estando perto ou longe.

À minha namorada Diana Suckeveris, pela amizade, companheirismo, carinho, paciência e por todo apoio, sempre incentivando meus sonhos.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, e todos seus funcionários, por ter sido minha segunda casa, um lugar em que fui muito feliz, e que me acolheu por tanto tempo.

Ao Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP), pela oportunidade da realização dessa importante fase da minha vida, e à 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 aluno de mestrado e pela disposição, pela amizade, e por todos os ensinamentos que contribuíram para minha formação profissional e pessoal.

À professora Ivanete Susin, por todo auxílio pessoal e profissional.

Ao professor Evandro Maia Ferreira, pela contribuição em meu aprendizado e formação profissional.

Aos amigos que passaram pelo Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA/ESALQ): José Paulo Barroso, Alexandre Miszura, Gabriela Bagio, Luiz Guilherme Gobato (Rabicó), Arnaldo Limede (Pinguim), Chico (Kuôko), Marcelo Baggio (Pancada), Matheuzinho, Analisa Bertoloni, Lairana Sardinha, Daniel Polizel, Prof. Marquinhos, Janaína e todos os ilustres companheiros que passaram por essa casa, pela amizade e companheirismo construídos ao longo desse intenso tempo dentro e fora da faculdade. Tenho certeza de que muitas amizades serão para a vida toda.

Aos amigos funcionários do LNRA e do SIPOC: Danilo Grajal, Jean Schimidt, Anderson (Sorriso), Dudu e Manu, Luciana Castelar, Seu Roberto, Adilson (Zica), Seu Marcos Polizel, Joseval, Emerson e Juscelino pelas horas de risadas e trabalho que passamos juntos, e por permitirem o desenvolvimento deste e de tantos outros estudos.

Aos amigos dos grupos de estudo vizinhos ao LNRA e aos estagiários que passaram pelo LNRA, em especial, ao Matheus (PPK), Passo Fino e Indomada, além de tantos outros, pela ajuda na condução dos experimentos e pelas divertidas horas de trabalho pesado.

Aos amigos da República Família Nuance e do Futebol de Terça pelas infinitas horas de lazer, churrascos, futebol e risadas proporcionadas.

Aos meus amigos da vida, que entenderam a minha ausência durante o período da graduação e da pós-graduação, e que fizeram com que a distância em nada atrapalhasse nossa amizade.

À minha professora e amiga, Prof<sup>a</sup>. Macau, que foi muito mais que uma professora, e que por tanto tempo me acolheu, aturou, ensinou, incentivou, empurrou e, acima de tudo, sempre acreditou em mim.

Enfim, a todos aqueles que, de alguma forma, foram importantes na minha caminhada profissional e no meu amadurecimento como ser humano.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Muito obrigado.



*Be a simple kind of man, be something you love and understand*

**(Simple Man - Lynyrd Skynyrd)**

Seja um homem simples, seja alguma coisa que você ame e compreenda

## RESUMO

MARTINS, A. S. **Utilização de narasina na dieta de ovelhas em lactação e seus efeitos sobre a produção de leite e o desempenho de suas crias.** 2020. 50 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

A narasina é um ionóforo capaz de alterar os padrões de fermentação ruminal e melhorar o desempenho de ruminantes. O presente estudo teve como objetivo avaliar a inclusão de narasina na dieta de ovelhas em lactação sobre o consumo de matéria seca (CMS), produção e composição do leite e perfil metabólico pós-parto das ovelhas, assim como o desempenho de suas crias. Foram utilizadas 30 ovelhas das raças Santa Inês e Santa Inês x Dorper ( $61,97 \pm 2,2$  kg) com até duas semanas em lactação, juntamente de sua(s) cria(s), distribuídas em delineamento de blocos completos casualizados. A narasina foi adicionada à uma dieta base, contendo 50% de volumoso e 50% de concentrado, e os tratamentos foram definidos pela ausência (CON) ou adição de 13 mg de narasina/kg de MS (NAR). A dieta foi fornecida diariamente *ad libitum*. Da segunda à décima semana de lactação foi mensurado o CMS das ovelhas. Nesse mesmo período, semanalmente, as ovelhas foram separadas de suas crias, estimuladas com a injeção de 10 UI de ocitocina e ordenhadas mecanicamente para esvaziamento da glândula mamária. Após 3 horas, utilizando-se o mesmo procedimento, as ovelhas foram novamente ordenhadas para mensuração da produção e composição do leite. Também foram avaliados: o peso, escore de condição corporal (ECC) e parâmetros sanguíneos das ovelhas. Na décima semana de lactação foi realizado a desmama dos cordeiros, que continuaram sendo avaliados por mais duas semanas quanto ao consumo de concentrado inicial e ganho de peso. O peso, ECC, CMS e parâmetros sanguíneos (glicose, ureia e insulina) das ovelhas não foram afetados pelo fornecimento de narasina. Foi observada tendência para maior produção de leite pelas ovelhas do tratamento NAR. A composição do leite não foi afetada para os teores de gordura, lactose, sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD) ou nitrogênio ureico (NU), mas o fornecimento de narasina reduziu os teores de proteína do leite. Não houve efeito de tratamento na produção total de proteína, lactose e ESD, no entanto, foi observada tendência para maior produção total de gordura e de ST para as ovelhas do tratamento NAR. As ovelhas

que receberam narasina apresentaram maior produção de NU. O fornecimento de narasina aumentou a eficiência de produção de leite em 20%. Os efeitos da narasina na produção e composição do leite das ovelhas não foram refletidos no consumo de concentrado inicial dos cordeiros, no entanto foi observada tendência para maior peso ao desmame de cordeiros do tratamento NAR. Ao final do experimento, não foram observadas diferenças no consumo e desempenho dos cordeiros. O fornecimento de 13 mg de narasina/kg de MS na dieta de ovelhas em lactação se mostrou uma ferramenta promissora para melhorar a eficiência na produção de leite, sem afetar o CMS e possivelmente aumentar o peso à desmama de seus cordeiros.

Palavras-chave: Composição do leite, cordeiros, ionóforos, lactação, ovinos.

## ABSTRACT

MARTINS, A. S. **Use of narasin in the diet of lactating ewes and its effects on milk production and performance of lambs.** 2020. 50 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

Narasin is an ionophore capable of altering ruminal fermentation patterns and improving ruminant performance. The present study aimed to evaluate the inclusion of narasin in the diet of lactating ewes on dry matter intake (DMI), milk yield and composition and postpartum metabolic profile, as well as the performance of their lambs. Thirty Santa Inês and Santa Inês x Dorper ewes ( $61.97 \pm 2.2$  kg) with up to two weeks of lactation, along with their lambs, were distributed in a randomized complete block design. Narasin was added to a base diet containing 50% roughage and 50% concentrate, and treatments were defined by the absence (CON) or addition of 13 mg narasin/kg DM (NAR). The diet was daily provided *ad libitum*. From the second to the tenth week of lactation, ewe`s DMI was measured. In this same period, weekly, ewes were separated from their lambs, stimulated with the injection of 10 IU of oxytocin and mechanically milked to empty the mammary gland. After 3 hours, using the same procedure, the ewes were milked again to measure milk yield and composition. Weight, body condition score (BCS) and blood parameters of ewes also were evaluated. At the tenth week of lactation, lambs were weaned, and continued to be evaluated for two more weeks for creep feeding intake and weight gain. The weight, BCS, DMI and blood parameters (glucose, urea and insulin) of the ewes were not affected by the supply of narasin. There was a tendency for higher milk yield by NAR ewes. Milk composition was not affected for fat, lactose, total solids (TS), defatted dry extract (DDF) or milk urea nitrogen (MUN) contents, but the supply of narasin reduced milk protein levels. There was no treatment effect on total protein, lactose and DDF production; however, a tendency for higher fat and TS production was observed for NAR ewes. The ewes that received narasin presented higher production of MUN. The supply of narasin increased milk production efficiency by 20%. The effects of narasin on ewes' milk yield and composition were not reflected in the creep feeding intake of the lambs, however there was a tendency for higher weight at weaning of NAR lambs. At the end of the experiment, no differences were observed in lambs performance. Feeding 13 mg

narasin/kg DM in the diet of lactating ewes proved to be a promising tool for improving milk efficiency without affecting DMI and possibly increasing the weaning weight of their lambs.

Keywords: Ionophores, lactation, lambs, milk composition, sheep.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Representação do efeito de monensina (M) no fluxo de íons em <i>Streptococcus bovis</i> .....	19
<b>Figura 2</b> - Consumo de matéria seca de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem (CON) ou com 13 mg de narasina/kg de MS (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil, NAR) da terceira à décima semana pós-parto .....	34
<b>Figura 3</b> - Produção de leite (g/3h) de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem (CON) ou com 13 mg de narasina/kg de MS (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil, NAR) da terceira à décima semana pós-parto .....	36
<b>Figura 4</b> - Concentração de glicose plasmática (mg/dL) de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem (CON) ou com 13 mg de narasina/kg de MS (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil, NAR) da terceira à décima semana pós-parto .....	37
<b>Figura 5</b> - Concentração de ureia plasmática (mg/dL) de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem (CON) ou com 13 mg de narasina/kg de MS (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil, NAR) da terceira à décima semana pós-parto .....	38
<b>Figura 6</b> - Concentração de insulina sérica ( $\mu$ UI/mL) de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem (CON) ou com 13 mg de narasina/kg de MS (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil, NAR) da terceira à décima semana pós-parto .....	38

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais fornecidas às ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação .....	28
<b>Tabela 2</b> - Consumo, peso vivo e escore de condição corporal de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem ou com narasina da terceira à décima semana pós-parto .....	34
<b>Tabela 3</b> - Produção e composição do leite e eficiência alimentar de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem ou com narasina da terceira à décima semana pós-parto .....	35
<b>Tabela 4</b> - Parâmetros sanguíneos de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem ou com narasina da terceira à décima semana pós-parto .....	37
<b>Tabela 5</b> - Peso vivo, ganho médio diário e consumo de concentrado inicial durante os períodos de lactação e pós-desmama de cordeiros de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem ou com narasina .....	39

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>11</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1 Ionóforos na nutrição de ruminantes .....	18
2.2 Ionóforos e a produção de leite .....	22
2.3 Narasina .....	23
<b>3. HIPÓTESE.....</b>	<b>26</b>
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>26</b>
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
5.1 Animais e instalações experimentais.....	26
5.2 Delineamento experimental e manejo alimentar.....	27
5.3 Produção e composição do leite.....	29
5.4 Parâmetros Sanguíneos .....	31
5.5 Desempenho dos cordeiros.....	31
5.6 Análises Estatísticas.....	32
<b>6. RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
Peso vivo, escore de condição corporal e consumo das ovelhas .....	33
Produção e composição do leite .....	35
Parâmetros sanguíneos .....	37
Desempenho dos cordeiros .....	39
<b>7. DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>8. CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial e a crescente demanda por produção e distribuição de alimentos seguros e de qualidade são tema central no debate científico sobre o futuro da humanidade. Associado a esse crescimento exponencial, está a preocupação com a manutenção e proteção do meio ambiente, exigindo uma maior produtividade atrelada à redução na ocupação de terras, menor uso de recursos naturais e mitigação de emissões de dejetos e gases prejudiciais ao meio ambiente. Outro fenômeno, que torna a equação ainda mais complexa, é a exigência por produtos de qualidade superior por parte do consumidor.

No contexto da produção animal, essas demandas podem ser traduzidas em produção de animais precoces, com boa qualidade de carne, menor consumo de alimentos e menor emissão de gases de efeito estufa. Os estudos em nutrição animal ajudam a desenvolver esses aspectos.

O leite materno é o principal alimento durante os primeiros dias de vida dos ruminantes, enquanto o animal ainda não apresenta completo desenvolvimento ruminal (NEVILLE, 1962; SNOWDER; GLIMP, 1991; GODFREY et al., 1997; VAN DER LINDEN et al., 2010). Os efeitos de um bom aleitamento podem ser essenciais para o desenvolvimento saudável nesse período de vida e impactar no peso à desmama e futuro desempenho de cordeiros e bezerros (MORGAN et al., 2007). Em se tratando da ovinocultura de corte, a produção de leite não é o objetivo principal da atividade, e é sistematicamente negligenciada. No entanto, a habilidade materna expressada na produção de leite pode ser um fator essencial para garantir uma nutrição adequada aos cordeiros nos primeiros dias de vida e influenciar na quantidade de alimento suplementar exigida pelos cordeiros, podendo diminuir os custos de produção e aumentar a eficiência do sistema de cria (WILHAM, 1972; SNOWDER; GLIMP, 1991; MCGEE, 2005; CHAY-CANUL, 2019).

São muitas as formas de melhorar o desempenho de ruminantes e garantir maior desempenho, desde o manejo sanitário, seleção genética e manejo nutricional. A eficiência produtiva dos ruminantes está intimamente ligada com os processos fermentativos que ocorrem no rúmen, e a manipulação desses processos pode garantir maior desempenho animal e interferir nos impactos ambientais da pecuária.

De acordo com Berchielli et al. (2010), são diversos os aditivos utilizados para manipular a fermentação ruminal, como enzimas fibrolíticas, amilolíticas, agentes tamponantes, probióticos, inibidores da metanogênese, antibióticos, entre outros. Dentre os aditivos alimentares, levantamentos realizados com nutricionistas de gado de corte (SAMUELSON, 2016; PINTO; MILLEN, 2018) e de vacas leiteiras (SILVA et al., 2019) apontam que os ionóforos são amplamente utilizados. Pinto e Millen (2018) entrevistaram 33 nutricionistas brasileiros responsáveis pelo manejo alimentar de confinamentos por todo o país, e verificaram que 98,2% dos nutricionistas utilizaram algum aditivo nas dietas em terminação e todos eles utilizaram ionóforos de forma única ou combinada com outros aditivos. Em questionário respondido por 28 nutricionistas de vacas leiteiras no Brasil, Silva et al. (2019), reportaram que para 85,7% dos nutricionistas, os ionóforos foram os principais aditivos utilizados na alimentação de vacas leiteiras.

A utilização de antibióticos ionóforos provoca alterações na microbiota do rúmen altera rotas fermentativas e possibilita aumento na retenção de energia e na utilização de nitrogênio (MCGUFFEY et al., 2001; TEDESCHI et al., 2003). Ao alterar a proporção ruminal de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), os ionóforos reduzem a produção de metano e também diminuem a deaminação ruminal e a absorção de amônia, aumentando o fluxo de proteína da dieta para o intestino, importantes mecanismos para reduzir impactos da pecuária no meio ambiente (RUSSEL; STROBEL, 1989).

A narasina é um ionóforo produzido por *Streptomyces aureofaciens* da mesma família de outros antibióticos como a monensina, salinomomicina e lasalocida. É utilizado há muitos anos como agente coccidiostático em aves (BERG E HAMIL, 1978). Uma de suas características apontadas por estudos recentes é a de melhorar o desempenho sem afetar o consumo de matéria seca (CMS) (SILVA et al., 2015; POLIZEL et al., 2016abc; GOBATO et al., 2017).

Assim, o objetivo deste projeto de pesquisa foi avaliar o uso de narasina na dieta de ovelhas em lactação, e seus efeitos no CMS, desempenho, produção de leite e também no desempenho de seus cordeiros. Nossa hipótese foi de que o uso de narasina na dieta de ovelhas em lactação aumentaria a produção de leite, sem afetar

o CMS, dessa forma, os cordeiros apresentariam maior ganho de peso, com menor consumo de concentrado inicial.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Ionóforos na nutrição de ruminantes**

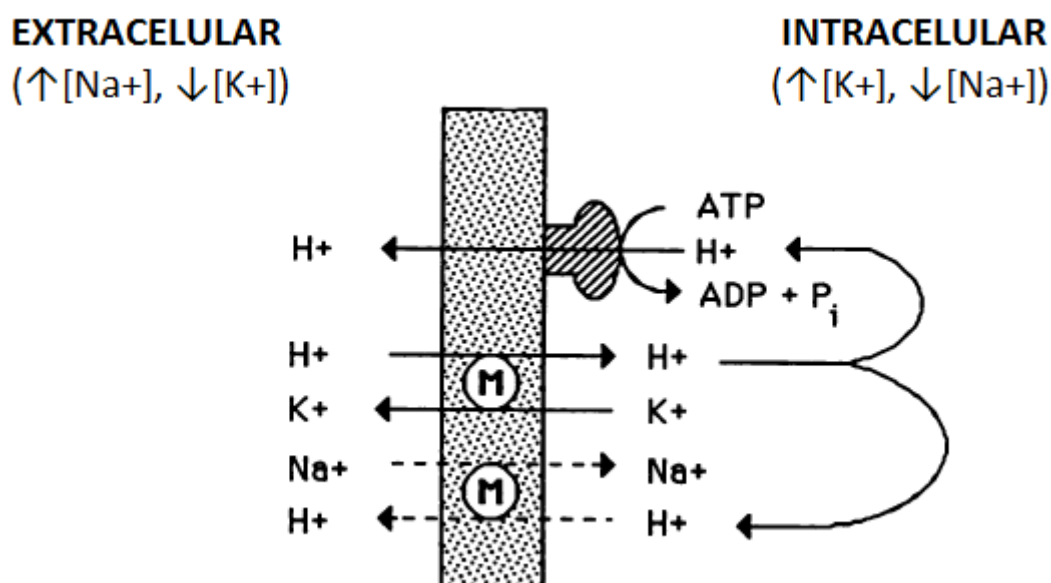
Os ionóforos são assim chamados por sua capacidade transportadora de íons através de membranas lipídicas. São moléculas classificadas como antibióticos pelo FDA (Food and Drugs Administration), no entanto, seu uso não é compartilhado com os seres humanos. De forma geral, os diferentes ionóforos são produzidos por bactérias *Streptomyces* spp. (NAGARAJA, 1995) e possuem características estruturais polares e apolares que permitem a formação de complexos com diferentes cátions ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$  e  $Mg^{++}$ ), dependendo da afinidade de cada molécula, e facilitam o transporte destes através das membranas de bactérias (PRESSMAN, 1976). Atualmente mais de 120 tipos de ionóforos são conhecidos, como a monensina sódica, lasalocida, salinomicina e narasina, estas aprovadas para o uso em dietas de ruminantes no Brasil (MAPA, 2019).

Inicialmente utilizados como agentes coccidiostáticos na dieta de aves, os ionóforos assumiram a posição de aditivos mais utilizados em formulações para dietas de bovinos em confinamento (PINTO; MILLEN, 2018) e vacas leiteiras (SILVA et al., 2019).

O mecanismo de ação dos ionóforos está relacionado com sua capacidade de alterar o fluxo de cátions através da membrana, desregulando o equilíbrio entre os meios intra e extracelulares dos microrganismos. O transporte de cátions facilitado pelos ionóforos ocorre de maneira rápida, até 1000 vezes por segundo (PRESSMAN, 1976; RUSSELL; STROBEL, 1989), e provoca alterações no potencial de membrana dos microrganismos, desencadeando uma reação de rápida saída de potássio ( $K^+$ ) e entrada de prótons (Figura 1). A repetição desse processo leva ao acúmulo de prótons

no citoplasma, reduz a concentração de  $K^+$ , e provoca redução do pH intracelular (RUSSELL; STROBEL, 1989).

**Figura 1** - Representação do efeito de monensina (M) no fluxo de íons em *Streptococcus bovis*



Fonte: Adaptado de Russel e Strobel (1989)

Para recuperar o equilíbrio osmótico, os microrganismos utilizam mecanismo de transporte ativo para dissipar o acúmulo de próton intracelular, com gasto energético, reduzindo as reservas e a taxa de síntese de proteína, diminuindo sua capacidade de divisão celular (MCGUFFEY et al., 2001). O mal funcionamento da bomba iônica provoca desequilíbrio osmótico, com entrada de água na célula, podendo ocorrer o rompimento da mesma. Dessa forma, a utilização de ionóforos provoca um estado de letargia ou morte dos microrganismos (RUSSELL; STROBEL, 1989).

Por diferenças na composição da membrana celular dos microrganismos, os ionóforos são altamente eficazes contra as bactérias Gram-positivas, mas apresentam pouca ou nenhuma atividade contra as bactérias Gram-negativas. Os ionóforos possuem tamanho superior a 600 Daltons enquanto que bactérias Gram-negativas possuem seu envoltório composto por uma parede celular, além de uma membrana

externa de proteção formada por proteínas, lipoproteínas e lipopolissacarídeos, com canais de proteínas com tamanho limite de 600 Daltons, denominadas porinas, o que torna as células impermeáveis aos ionóforos. Por outro lado, as bactérias Gram-positivas apresentam apenas uma membrana, porosa, que permite a ação dos ionóforos (RUSSELL; STROBEL, 1989). Fungos e protozoários podem também ser sensíveis à ação dos ionóforos, dependendo da espécie, período de alimentação e tipo de dieta (MCGUFFEY et al., 2001).

Os efeitos da utilização de ionóforos como aditivos para ruminantes são decorrentes das alterações na população microbiana do rúmen. De maneira geral, bactérias que têm os ácidos láctico, acético, butírico e fórmico, e hidrogênio como principais produtos finais da fermentação são suscetíveis à ação dos ionóforos, enquanto que as produtoras de ácido succínico e propiônico, e utilizadoras de lactato são resistentes (NAGARAJA, 1987).

Até 12% da energia consumida pelos ruminantes pode ser perdida na forma de metano, produzido no rúmen durante o processo de fermentação dos carboidratos (MCGUFFEY et al., 2001). No rúmen, o hidrogênio é produzido durante a fermentação e pode ser usado durante a síntese dos AGCC e da matéria orgânica microbiana. O excesso de hidrogênio é eliminado, principalmente pela formação de metano (TEDESCHI et al., 2003). Os efeitos anti-metanogênicos dos ionóforos estão mais relacionados com a inibição da formação dos precursores do metano do que um efeito direto sobre a população de metanogênicas, uma vez que essas são mais resistentes aos ionóforos do que as bactérias que produzem e fornecem hidrogênio (RUSSELL; STROBEL, 1989).

Os ionóforos são capazes de modular padrões de fermentação do rúmen, alterando a proporção dos AGCC. Ocorre aumento da proporção de ácido propiônico e redução da proporção de ácido acético, reduzindo a relação acetato: propionato, dessa forma, diminui também a produção de hidrogênio e conseqüentemente de metano (TEDESCHI et al., 2003), tornando o processo de fermentação ruminal mais eficiente por reduzir processos ineficientes. Podem, ainda, diminuir distúrbios digestivos, por ação nos microrganismos ruminais que produzem lactato (*Streptococcus bovis* e *Lactobacillus spp*), reduzindo a ocorrência de bruscas

oscilações no pH ruminal (BURRIN; BRITTON, 1986), além de reduzir a deaminação de aminoácidos (RUSSELL; STROBEL, 1989).

A alteração na proporção dos AGCC também pode promover aumento na gliconeogênese hepática a partir do propionato, resultando em efeitos positivos no metabolismo energético (ELLIS et al., 2012). Assim, podem ser consequências do uso de ionóforos o aumento da retenção de energia, redução de distúrbios metabólicos, aumento no ganho de peso, redução da ingestão de matéria seca e aumento da eficiência alimentar (TEDESCHI et al., 2003; DUFFIELD et al., 2012).

Os ionóforos também atuam no metabolismo proteico (RUSSEL; MARTIN, 1984; MCGUFFEY et al., 2001). De acordo com Russel e Strobel (1989), os ionóforos possuem maior poder de inibição na deaminação de aminoácidos do que na proteólise da proteína ruminal. Com a adição de monensina, maior proporção da proteína de origem alimentar escapa do rúmen, além disso a retenção de nitrogênio é aumentada, com efeito de economia de proteína da dieta.

São numerosos os estudos que avaliam o uso de monensina sódica na nutrição de bovinos de corte, e seus efeitos no desempenho animal são bem consistentes Goodrich et al. (1984) compilaram dados de experimentos em que foi fornecida monensina na dieta de bovinos confinados, e observaram melhora de 7,5% na CA, devido a aumento de 1,6% no ganho de peso e redução de 6,4% no CMS. Na mesma revisão, quando o aditivo foi fornecido para animais em pastejo, foi notado aumento de 13,5% no ganho de peso em relação ao controle.

Em revisão realizada por Tedeschi et al. (2003), a inclusão de monensina sódica na dieta de bovinos confinados aumentou entre 1,6 e 1,8% o ganho de peso, e reduziu de 4 a 6% o consumo de matéria seca, melhorando de 6 a 7,5% a conversão alimentar.

Outra meta- análise, realizada por Duffield et al. (2012) com trabalhos da década de 70 até 2010, avaliou os efeitos da monensina no desempenho bovinos de corte em confinamento, e foi relatado redução no CMS em 3,1%, aumento no ganho diário em 2,5% e melhor conversão alimentar (6,4%).

## 2.2 Ionóforos e a produção de leite

As alterações na fermentação ruminal promovidas pela utilização de ionóforos na dieta de fêmeas em lactação aumentam a disponibilidade de propionato (SAUER et al., 1989; EIFERT et al., 2005), substrato para a gliconeogênese hepática, resultando em aumento das concentrações plasmáticas de glicose, importante fator envolvido na produção de leite (OBA; ALLEN, 2003). O balanço energético positivo do animal em lactação reduz a mobilização de reservas e a quantidade de ácidos graxos não-esterificados e de corpos cetônicos circulantes, associados à redução de consumo no início de lactação de vacas leiteiras (IPHARRAGUERRE; CLARK, 2003).

Os efeitos dos ionóforos sobre a composição do leite de vacas é variável (DUFFIELD et al., 2008a). O uso de ionóforos pode causar redução no teor de gordura do leite, conforme relatado em diversos estudos (BELL et al., 2006; BENCHAAAR et al., 2006; DUFFIELD, 2008a). Devido à redução na proporção de acetato e butirato acarretada pela ação dos ionóforos sobre microrganismos Gram-positivos, a síntese *de novo*, que ocorre na glândula mamária pode ser afetada (MARTINEAU et al., 2007). Além disso, por alterações na microbiota ruminal, a biohidrogenação de ácidos graxos de cadeia longa pode ser afetada, uma vez que os ionóforos reduzem a formação de hidrogênio no rúmen (FELLNER, 1997). Dessa forma, pode ocorrer aumento do aporte de trans-10, cis-12 CLA para a glândula mamária, que é um inibidor da síntese da gordura do leite (GRIINARI et al., 1998; BENCHAAAR et al., 2006).

Também são variados os efeitos do fornecimento de ionóforos para vacas sobre os teores de proteína no leite, sendo relatadas reduções em alguns trabalhos (GREEN, 1999; ODONGO, 2007;). Outros estudos mostraram que os ionóforos não interferem nos teores de proteína do leite (RAMANZIN, 1997; BENCHAAAR, 2006).

O fornecimento de monensina para vacas em início de lactação promoveu redução no consumo de alimento, porém sem diminuir a produção de leite, e ainda diminui a perda de peso normal do pós-parto, reduzindo os efeitos do balanço energético negativo (SAUER, 1989).

McGuffey et al. (2001) compilaram os resultados de estudos em que foi fornecida monensina para vacas em lactação. De acordo com essa revisão, a

monensina aumentou a produção de leite e a produção total de proteína do leite, porém foi observado efeito negativo nos teores de gordura e de proteína do leite.

Duffield et al. (2008b) realizaram meta-análise com o objetivo de avaliar os efeitos da monensina no metabolismo energético de vacas em lactação. A monensina foi efetiva em reduzir as concentrações sanguíneas de BHBA, acetoacetato e ácidos graxos não esterificados e aumentar a concentração de glicose indicando melhoria no status energético de vacas leiteiras. Quando avaliaram os parâmetros de produção, Duffield et al. (2008a) concluíram que a monensina aumentou o consumo de MS em 0,3 kg/vaca/dia, aumentou a produção de leite em 0,7 kg/vaca/dia, reduziu o teor de gordura do leite em 0,13%, reduziu o teor de proteína do leite em 0,03%, aumentou a produção de proteína do leite em 0,016 kg/vaca/dia, aumentou a eficiência de produção de leite em 2,5%, melhorou a condição corporal das vacas e aumentou o teor de CLA no leite.

## 2.3 Narasina

Apesar de existirem 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 ruminantes, e seu estudo vem aumentando desde então.

A narasina é um ionóforo produzido por *Streptomyces aureofaciens*, da mesma família de outros antibióticos, como monensina, salinomicina e lasalocida. Vem sendo utilizada há muitos anos pela indústria como agente coccidiostático em aves (BERG; HAMIL, 1978). Assim como os demais ionóforos, a narasina apresenta afinidade seletiva, sendo a afinidade por  $\text{Na}^+ > \text{K}^+ = \text{Rb}^+ > \text{Cs}^+ > \text{Li}^+$  (WONG et al., 1977). Comparado a outros aditivos ionóforos e não ionóforos, a narasina se mostrou mais eficiente na inibição da produção de ácido láctico e no aumento da proporção molar de propionato, sendo verificado que a dosagem de narasina para se obter o mesmo efeito que a monensina e lasalocida foi três vezes menor (NAGARAJA, 1987).



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 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.

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, e os resultados são promissores, apontando melhoras no padrão de fermentação ruminal, melhor ganho de peso, aumentos na eficiência alimentar, sem afetar o consumo de MS ou MM.

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 cordeiros alimentados com dietas contendo elevado teor de forragem. Os autores verificaram que o fornecimento de narasina não afetou o CMS, mas aumentou a digestibilidade do FDN.

Polizel et al. (2018) avaliando os parâmetros de fermentação ruminal de bovinos alimentados com dietas com elevado teor de volumoso recebendo 0, 13 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 acetato: propionato.

Miszura et al. (2018) realizaram experimento com bovinos canulados recebendo diferentes aditivos, e relataram que o fornecimento de 13 mg de narasina/kg de MS para novilhos alimentado à base de forragem aumentou o propionato, a produção total de AGCC e reduziu a relação acetato: propionato quando comparado ao fornecimento de monensina e lasalocida.

Silva et al. (2015) avaliaram a inclusão de narasina na mistura mineral de novilhas de corte alimentadas com dietas à base de volumoso. Foram avaliadas as concentrações de 0 (controle), 650 e 1300 mg de narasina/kg de mistura mineral. A maior inclusão de narasina representou consumo médio de 15,6 mg de narasina/kg

de MS, e representou aumento de 19,7% no GMD quando comparados ao tratamento controle. Ainda, melhorou em 25% a CA quando comparado aos animais do grupo controle, sem afetar o CMS.

Gobato et al. (2017) avaliaram a inclusão de 0 ou 1300 mg de narasina/kg MM para novilhas alimentadas com dietas com alto teor de concentrado. Neste estudo o consumo médio de narasina foi de 10,6 mg/kg de MS, e foi relatado que a inclusão de narasina não afetou o consumo do suplemento, assim como o CMS. Apesar de não ser observada diferença no GMD, o fornecimento de narasina na mistura mineral aumentou em 8,5% a EA.

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.

Além do presente estudo, outro trabalho está sendo realizado para avaliar a utilização de narasina como aditivo nutricional para ovelhas em lactação. Em resultados prévios, Sardinha, et al. (2018), encontraram aumento de 24,5% na produção do leite das ovelhas alimentadas com a dieta contendo 13 mg de narasina/kg de MS em comparação as ovelhas que receberam a dieta controle.

### **3. HIPÓTESE**

A hipótese desse trabalho foi de que a adição de narasina na dieta de ovelhas em lactação aumentaria a eficiência alimentar, com maior produção de leite sem afetar o CMS. Dessa forma, os cordeiros teriam acesso a mais leite, podendo elevar seu desempenho mantendo ou reduzindo o consumo de concentrado inicial.

### **4. OBJETIVOS**

O presente estudo teve como objetivo avaliar a inclusão de narasina na dieta de ovelhas em lactação sobre o consumo de matéria seca, produção e composição do leite e perfil metabólico pós-parto das ovelhas, assim como o desempenho de suas crias.

### **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **5.1 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. Os procedimentos experimentais envolvendo animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ/USP; nº 6972020119).

Trinta ovelhas da raça Santa Inês (n=12) e mestiças Santa Inês x Dorper (n=18) com  $61,97 \pm 2,2$  kg de peso vivo (PV) e com até duas semanas em lactação ( $10,6 \pm 0,5$  d), foram alojadas juntamente com suas crias, em baias cobertas (1 ovelha/baia)

com piso de concreto e dimensões de 1,3 m por 3,5 m, contendo cocho para fornecimento de ração, bebedouro e alimentadores privativos para os cordeiros. Dezesseis ovelhas tiveram parto simples e 14 tiveram parto duplo, totalizando 44 cordeiros, sendo 16 machos e 28 fêmeas. No dia do parto, as ovelhas foram everminadas com moxidectina 1,0% (Cydetin, Fort Dodge Saúde Animal, Campinas, São Paulo, Brasil) na dosagem de 1 ml/50 kg de PV e monepantel 2,5 mg (Zolvix, Novartis Saúde Animal, Barueri, São Paulo, Brasil) na dosagem de 1mL/10 kg de PV e os cordeiros pesados e identificados.

## **5.2 Delineamento experimental e manejo alimentar**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com dois tratamentos e quinze blocos. As ovelhas foram agrupadas por peso, escore de condição corporal, e data de parição, e os blocos foram definidos pelo sexo dos cordeiros e tipo de parto (simples ou duplo).

O experimento teve duração de 70 dias. As ovelhas permaneceram com suas crias nas baias da segunda à décima semana de lactação (56 dias), quando foi realizado o desmame. A partir desse período, apenas os cordeiros ficaram nas baias por mais duas semanas (14 dias), sendo avaliado seu desempenho e consumo de concentrado inicial.

Os tratamentos experimentais foram definidos pela ausência (CON) ou adição de 13 mg de narasina/kg de MS (NAR; Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil) a uma dieta base, contendo 50% de concentrado e 50% de volumoso (feno de "coastcross"). As dietas foram formuladas através do programa "Small Ruminant Nutrition System 6.0", e a proporção dos ingredientes e a composição química das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais fornecidas às ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação

Variáveis <sup>1</sup>	Tratamentos <sup>3</sup>	
	CON	NAR
<b>Ingredientes, % da MS</b>		
Feno de <i>Coastcross</i>	50,00	50,00
Milho Moído	23,00	23,00
Casca de Soja	23,00	23,00
Farelo de Soja	2,00	2,00
Mistura Mineral <sup>2</sup>	1,00	1,00
Ureia	0,50	0,50
Calcário	0,50	0,50
Narasina <sup>4</sup> , mg/kg de MS	0,00	13,00
<b>Composição química, %</b>		
Matéria Seca	88,40	89,40
Matéria Orgânica	93,82	93,94
Proteína Bruta	15,19	15,80
FDN	43,88	45,40
FDA	26,90	28,60
Extrato Etéreo	1,76	2,07
Cinzas	6,18	6,06
Carboidratos não fibrosos	32,99	30,68

<sup>1</sup> MS: matéria seca; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido

<sup>2</sup> Composição: 7,5% P; 13,4% Ca; 1,0% Mg; 7% S; 14,5% Na; 500 ppm Fe; 300 ppm Cu; 4600 ppm Zn; 15 ppm Se

<sup>3</sup> Tratamentos: CON: controle (sem adição de ionóforos); NAR: adição de 13 mg de narasina/kg de MS

<sup>4</sup> Zimprova (Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil)

Entre a primeira e a segunda semana de lactação todas as ovelhas foram alimentadas com a dieta CON, até o início do experimento. Este período serviu para adaptação dos animais à dieta base e às instalações experimentais.

Utilizando-se misturador horizontal (Lucato®, Limeira, Brasil), foram misturados os ingredientes concentrados das dietas. O feno de coastcross foi picado em peneira com crivos de 10 mm (Nogueira ® DPM – 4, Itapira, São Paulo, Brazil). A cada mistura de ração e picagem do feno, amostras foram colhidas e conservada a -18°C para posterior análise.

O concentrado e o feno foram pesados em balança eletrônica de precisão de 1 g (Marte®, LC 100, São Paulo, Brasil), misturados e ofertados diariamente na forma de dieta total. As ovelhas tiveram acesso *ad libitum* à dieta e água fresca. A quantidade de dieta ofertada foi definida com base na leitura de cocho realizada antes do fornecimento, permitindo sobra de 5 a 10% do ofertado. As sobras foram recolhidas e

pesadas uma vez por semana para determinação do CMS, e foram amostradas e conservadas a -18°C para posterior análise.

As amostras das dietas ofertadas e das sobras foram moídas em moinho tipo Wiley (Marconi, Piracicaba, Brasil) providos de peneiras de crivos de 1,0 mm e analisadas para determinação da matéria seca (MS) por meio da secagem das amostras em estufa a 105 °C por 24 h (AOAC, 1990; #934.01), a matéria mineral (MM) foi obtida através da incineração das amostras em mufla a 550 °C por 4 h (AOAC, 1990; #942.5). 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), em aparelho Ankom A2000 (ANKOM Tech. Corp., Macedon, NY) e a fibra em detergente ácido (FDA) também foi obtida por meio da lavagem das amostras com solução ácida em aparelho Ankom A2000 (ANKOM Tech Corp., Macedon, NY). A concentração de N total foi determinada através da combustão da amostra utilizando aparelho Leco TruMac® N (Leco Corporation, St. Joseph, MI, USA; AOAC, 1990 #968.06). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido multiplicando-se o teor de N total da amostra por 6,25. O extrato etéreo foi definido por meio do aparelho Ankon XT15 extractor (ANKOM Tech Corp., Macedon, NY). A matéria orgânica foi calculada pela diferença entre a MS e a MM.

As ovelhas foram pesadas ao parto, e durante o experimento foram pesadas por três dias consecutivos, sem jejum, ao final segunda semana de lactação (início do experimento) e na décima semana de lactação (desmame dos cordeiros). Também foi realizada a avaliação do escore de condição corporal (ECC), classificando as ovelhas com notas de 1 (muito magra) a 5 (obesas), em escalas de 0,25 (RUSSEL, 1984).

### **5.3 Produção e composição do leite**

A produção de leite foi avaliada uma vez por semana, da segunda à décima semana de lactação, conforme descrito por Susin et al. (1995). Pela manhã, as ovelhas foram separadas de suas crias e ordenhadas mecanicamente (Alfa Laval,

modelo GL300, Piracicaba, SP, Brasil) após injeção intravenosa de 10 unidades internacionais (UI) de ocitocina (Univet, São Paulo, Brasil). Essa primeira ordenha foi realizada para esvaziar a glândula mamária das ovelhas, e o leite obtido não foi analisado. Após intervalo aproximado de 3 horas e nova aplicação de ocitocina, foi realizada nova ordenha. O total de leite produzido por ovelha nesse intervalo foi pesado para quantificação da produção no intervalo de 3 horas. Cerca de 20 mL do leite produzido por cada animal foram armazenados em frascos com conservante bromopol (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol, D & F Control Systems®, Inc., Dublin, CA) e enviados para determinação dos teores de proteína, gordura, lactose e sólidos totais no Laboratório de Análise de Leite, da Clínica do Leite, do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP.

As amostras de leite foram analisadas por infravermelho em instrumento Bentley 2000 (Bentley Instruments, Chaska, MN; AOAC, 1990). Os cálculos para correção do leite para gordura (6,5%) e proteína (5,8%) foram realizados de acordo com Pulina e Nuda (2004), como segue:

$$\text{LCG (6,5\%)} = \text{Produção} \times (0,37 + 0,097 \times \text{Gordura})$$

$$\text{LCGP (6,5 e 5,8\%)} = \text{Produção} \times (0,25 + 0,085 \times \text{Gordura} + 0,035 \times \text{Proteína})$$

Sendo: LCG = leite corrigido para gordura.

LCGP = leite corrigido para gordura e proteína.

Produção = Produção de leite em kg.

Gordura = Teor de gordura em %.

Proteína = Teor de proteína em %.

A EA para produção de leite foi calculada em uma estimativa de produção em 24 horas. Para tanto, os dados de produção de leite, LCG e LCGP em kg de cada semana foram multiplicados por um fator de 8, e a eficiência foi calculada pela relação com os dados de CMS em cada semana. Assim, foi criado o parâmetro estimando quantos quilogramas de leite a ovelha produziu em 24h para cada kg de CMS.

Durante a segunda semana em lactação, antes de as ovelhas passarem a receber as dietas experimentais, foi realizada ordenha a fim de obter dados sobre a produção de leite prévia ao experimento. Esses dados foram utilizados como covariável para as análises estatísticas de produção e composição do leite.

## 5.4 Parâmetros Sanguíneos

Semanalmente, foram coletadas amostras de sangue em tubos à vácuo, por punção da veia jugular das ovelhas, quatro horas após o fornecimento da ração. Para as análises de insulina, foram utilizados tubos com gel separador inerte para soro. Para a determinação de ureia e glicose, o sangue foi coletado em tubos contendo Fluoreto de Sódio como inibidor glicolítico e o anticoagulante EDTA. As amostras foram centrifugadas a 4.000 x g a 4°C por 15 minutos e alíquotas foram armazenadas a -18°C para posterior análise de insulina, glicose e ureia sanguínea.

As concentrações de insulina foram determinadas por quimioluminescência automatizada por meio de kits comerciais de IMMULITE® 1000 (Siemens Healthcare Diagnostics). As análises de glicose e ureia foram determinadas em Sistema Automático para Bioquímica – Modelo SBA-200 (CELM, Barueri, SP, Brasil). Foram utilizados kits comerciais da Labtest Diagnóstica S.A. (Lagoa Santa, MG, Brasil) para determinação de glicose (Ref. 133-1/500) e ureia (Ref. 104) plasmáticas.

## 5.5 Desempenho dos cordeiros

A partir da segunda semana de idade, os cordeiros tiveram acesso ao concentrado inicial, composto por 63,0% de milho; 21,5% de farelo de soja; 1,3% de calcário; 1,0% de misturara mineral; 3,2% de melaço de cana-de-açúcar e 10% de leite em pó. O concentrado foi fornecido *ad libitum* em alimentadores privativos, acessível apenas aos cordeiros. Para evitar o acesso dos cordeiros aos cochos de alimentação das ovelhas, foi utilizado um sistema de coleiras, em que os cordeiros permaneceram amarrados à gaiola dos alimentadores privativos, com mobilidade por toda a baia, mas sem alcançar o cocho de alimentação das ovelhas. Ao mesmo tempo, as ovelhas não tiveram acesso ao cocho dos alimentadores privativos dos cordeiros.

O peso dos cordeiros foi acompanhado semanalmente, com pesagem em jejum de aproximadamente três horas, nos dias de ordenha das ovelhas. Os animais foram



desmamados com dez semanas de idade, e seu consumo de concentrado inicial e ganho de peso foi monitorado por mais duas semanas.

## 5.6 Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Procedimento MIXED do *software* SAS 9.4 (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA), considerando efeito significativo quando  $P \leq 0,05$  e tendência quando  $P \leq 0,10$ . Foi analisada a normalidade dos resíduos através do teste de Shapiro-Wilk, a homogeneidade das variâncias foi feita pelo teste de Levene e, quando necessária, a retirada de *outliers* foi feita com base nos valores de *r student*. O conjunto de dados que não respeitou tais premissas foi submetido às transformações logarítmicas, inversa ou raiz quadrada.

Os dados de consumo, produção e composição do leite e parâmetros sanguíneos das ovelhas foram avaliados como medidas repetidas no tempo, utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + E_{ij} + S_k + (BS)_{ik} + (TS)_{jk} + E_{ijk}$$

Sendo:  $\mu$  = média geral;

$B_i$  = efeito de bloco ( $i = 1$  a 15);

$T_j$  = efeito de tratamento ( $j = 1$  a 2)

$E_{ij}$  = erro residual A;

$S_k$  = efeito fixo de semana ( $k = 1$  a 8);

$(BS)_{ik}$  = efeito aleatório da interação entre bloco e semana

$(TS)_{jk}$  = efeito fixo da interação entre tratamento e semana;

$E_{ijk}$  = erro residual B.

As matrizes de covariância “Compound Symmetry, Heterogeneous Compound Symmetry, Unstructured, Banded, Toeplitz, Autoregressive, Variance Components, Banded Toeplitz, Heterogeneous Autoregressive, Autoregressive Moving Average, Factor Analytic, Huynh-Feldt, Ante-dependence, Heterogeneous Toeplitz e

Unstructured using Correlations” foram testadas e definidas de acordo com o menor valor obtido para “Akaike’s Information Criterion Corrected” (AICC).

Para as demais variáveis foi empregado o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + E_{ij}$$

Sendo:  $\mu$  = média geral;  
 $B_i$  = efeito de bloco;  
 $T_j$  = efeito de tratamento;  
 $E_{ij}$  = erro residual.

Para as variáveis de desempenho dos cordeiros utilizou-se a baia como unidade experimental, sendo consideradas as médias de peso e consumo dos cordeiros nos blocos de parto gemelar.

Para todas as variáveis respostas as médias foram obtidas através do comando LSMEANS. O efeito de tratamento, semana e interação entre tratamento e semana foi definida com base no teste F da análise de variância.

## 6. RESULTADOS

Não houve interação entre tratamentos e semanas para nenhuma das variáveis estudadas.

### **Peso vivo, escore de condição corporal e consumo das ovelhas**

Os dados de PV, ECC e consumo das ovelhas estão apresentados na Tabela 2. Não houve diferença entre os tratamentos para o PV e ECC. A inclusão de narasina na dieta não afetou ( $p > 0,10$ ) o consumo de MS, de FDN ou de PB. No entanto, conforme esperado, houve efeito de semana para todas as variáveis de consumo ( $p < 0,01$ ), com aumento entre a 3ª e a 4ª semanas de lactação, seguido de ligeira redução e se mantendo estável até o fim do experimento (Figura 2).

**Tabela 2** - Consumo, peso vivo e escore de condição corporal de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem ou com narasina da terceira à décima semana pós-parto

Variáveis <sup>1</sup>	Tratamentos <sup>2</sup>		EPM <sup>3</sup>	Valor de P <sup>4</sup>		
	CON	NAR		Trat	Sem	T*S
<b>Consumo (kg/dia)</b>						
MS	2,59	2,66	0,07	0,54	<0,01	0,38
MO	2,43	2,49	0,07	0,53	<0,01	0,38
FDN	1,02	1,06	0,03	0,32	<0,01	0,38
PB	0,35	0,37	0,01	0,30	<0,01	0,40
<b>Peso Vivo</b>						
Semana 2	62,62	61,31	2,24	0,57	.	.
Semana 10	63,35	61,48	2,18	0,47	.	.
<b>ECC</b>						
Semana 2	3,33	3,15	0,14	0,22	.	.
Semana 10	3,41	3,25	0,13	0,17	.	.

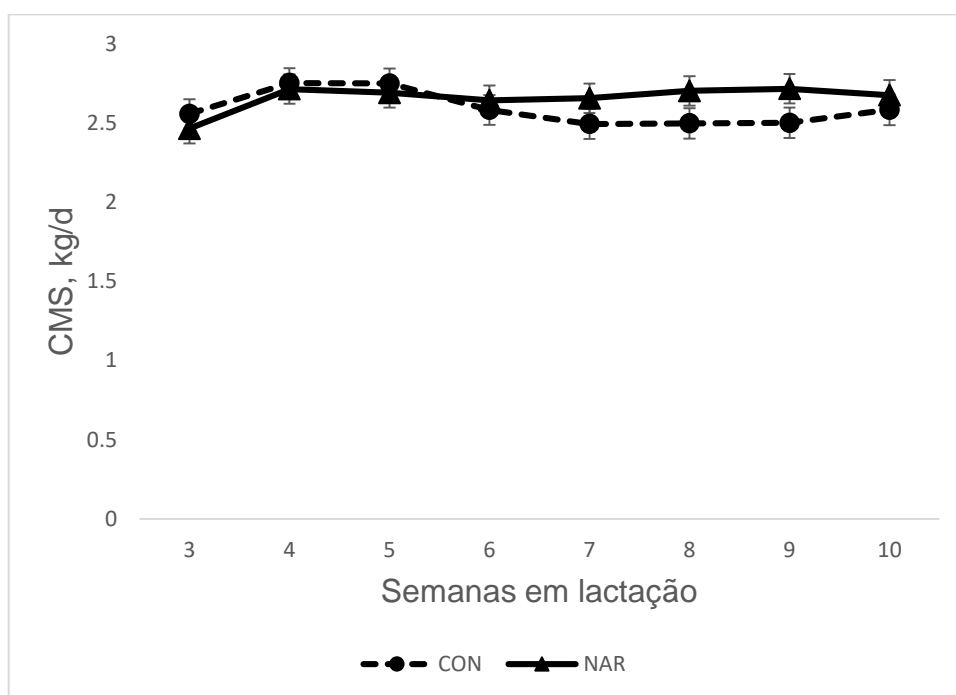
<sup>1</sup> MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; PB: proteína bruta; ECC: escore de condição corporal.

<sup>2</sup> Tratamentos: CON: controle (sem adição de ionóforos); NAR: adição de 13 mg de narasina/kg de MS (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil).

<sup>3</sup> EPM: erro padrão da média.

<sup>4</sup> Trat: efeito de tratamento; Sem: efeito de semana; T\*S: efeito da interação entre tratamento e semana.

**Figura 2** - Consumo de matéria seca de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem (CON) ou com 13 mg de narasina/kg de MS (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil, NAR) da terceira à décima semana pós-parto



Fonte: O autor (2020).

## Produção e composição do leite

Houve tendência ( $p = 0,09$ ) para maior produção de leite devido à inclusão de narasina na dieta, como apresentado na Tabela 3. A composição do leite não foi alterada para os teores de gordura, lactose, sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD) ou nitrogênio ureico (NU) ( $p > 0,10$ ). No entanto, o fornecimento de narasina reduziu os teores de proteína do leite ( $p = 0,02$ ). Quando foram realizados os cálculos de correção, não foram observadas diferenças para LCG ou LCGP ( $p > 0,10$ ).

**Tabela 3** - Produção e composição do leite e eficiência alimentar de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem ou com narasina da terceira à décima semana pós-parto

Variáveis	Tratamentos <sup>3</sup>		EPM <sup>4</sup>	Valor de P <sup>5</sup>		
	CON	NAR		Trat	Sem	T*S
<b>Produção, g/3h<sup>1</sup></b>						
Leite	164,10	193,50	12,73	0,09	<0,01	0,70
LCG	198,90	236,90	16,17	0,10	<0,01	0,62
LCGP	190,10	222,20	14,71	0,10	<0,01	0,90
Gordura	14,26	17,21	1,26	0,06	<0,01	0,31
Proteína	8,68	9,51	0,63	0,24	0,03	0,78
Lactose	7,89	9,25	0,64	0,12	<0,01	0,99
ST	32,23	37,71	2,60	0,06	<0,01	0,65
ESD	17,96	20,56	1,38	0,14	<0,01	0,93
NU	38,35	49,13	3,22	0,01	<0,01	0,32
<b>Composição, %</b>						
Gordura	8,85	8,69	0,33	0,74	0,88	0,67
Proteína	5,43	5,07	0,11	0,02	<0,01	0,56
Lactose	4,68	4,71	0,05	0,64	<0,01	0,99
ST	19,83	19,52	0,33	0,50	0,20	0,45
ESD	11,04	10,81	0,10	0,12	<0,01	0,86
NU, mg/dL	26,22	26,49	0,69	0,78	<0,01	0,52
<b>Eficiência Alimentar<sup>2</sup></b>						
Leite/CMS	0,49	0,59	0,03	0,03	<0,01	0,77
LCG/CMS	0,59	0,71	0,04	0,03	<0,01	0,64
LCGP/CMS	0,57	0,68	0,04	0,03	<0,01	0,67

<sup>1</sup> Produção de leite em intervalo de 3 horas; LCG: leite corrigido para 6,5% de gordura como descrito por Pulina e Nuda (2004); LCGP: leite corrigido para 6,5 % de gordura e 5,8% de proteína como descrito por Pulina e Nuda (2004); ST: sólidos totais; ESD: extrato seco desengordurado; NU: nitrogênio ureico.

<sup>2</sup> Leite/CMS: produção leite ajustado para 24h/consumo de MS); LCG/CMS: leite corrigido para gordura ajustado para 24h/consumo de MS); LCGP/CMS: leite corrigido para gordura e proteína ajustado para 24h/CMS).

<sup>3</sup> Tratamentos: CON: controle (sem adição de ionóforos); NAR: adição de 13 mg de narasina/kg de MS (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil).

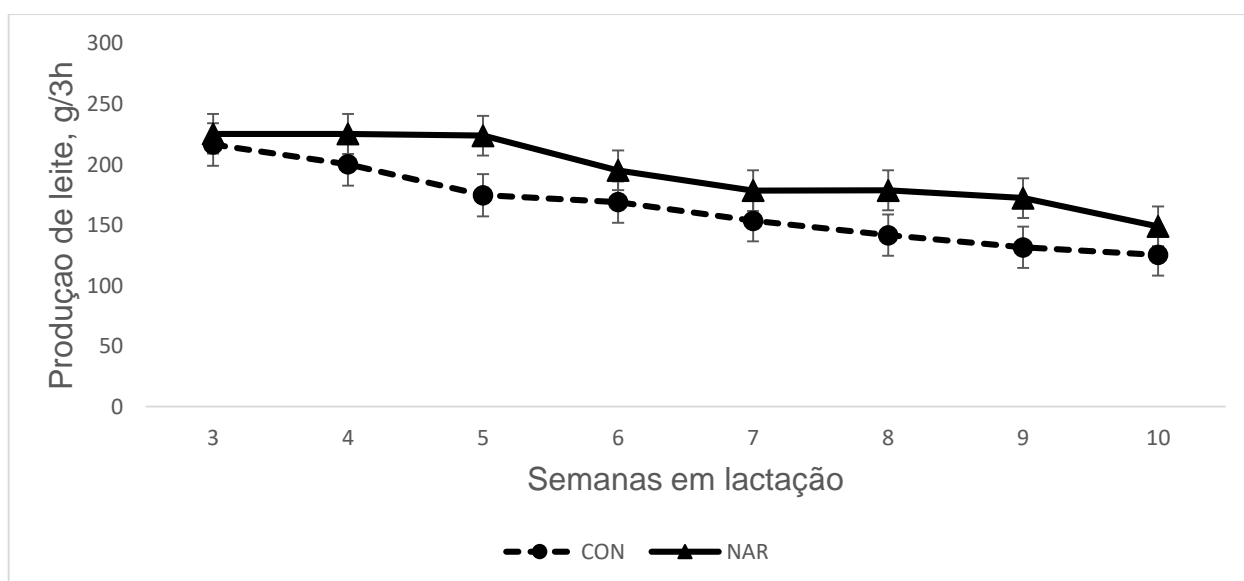
<sup>4</sup> EPM: erro padrão da média.

<sup>5</sup> Trat: efeito de tratamento; Sem: efeito de semana; T\*S: efeito da interação entre tratamento e semana.

Não houve efeito de tratamento na produção total de proteína, lactose e ESD, no entanto, foi observada tendência ( $p = 0,06$ ) para maior produção total de gordura e de ST para as ovelhas do tratamento NAR. As ovelhas que receberam narasina apresentaram maior produção de NU ( $p = 0,01$ ). O fornecimento de narasina aumentou a eficiência de produção de leite, FCM e FPCM ( $p = 0,03$ ).

Foi observado efeito de semana para todas as variáveis de produção de leite ( $p < 0,05$ ), exceto para os teores de gordura e ST ( $p > 0,10$ ). Enquanto as ovelhas do grupo controle apresentaram declínio na produção de leite desde a 3ª semana, o fornecimento de narasina parece promover persistência no pico de lactação das ovelhas, com redução na produção de leite após a quinta semana de lactação (Figura 3).

**Figura 3** - Produção de leite (g/3h) de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem (CON) ou com 13 mg de narasina/kg de MS (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil, NAR) da terceira à décima semana pós-parto



Fonte: O autor (2020).

## Parâmetros sanguíneos

Os parâmetros sanguíneos das ovelhas não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 4). Houve efeito de semana para os níveis de glicose e ureia ( $p < 0,01$ ) e tendência para os níveis de insulina ( $p = 0,06$ ), como observado nas Figuras 4, 5 e 6.

**Tabela 4** - Parâmetros sanguíneos de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem ou com narasina da terceira à décima semana pós-parto

Variáveis <sup>2</sup>	Tratamentos <sup>1</sup>		EPM <sup>3</sup>	Valor de P <sup>4</sup>		
	CON	NAR		Trat	Sem	T*S
Glicose, mg/dL	68,51	72,43	2,57	0,23	<0,01	0,52
Ureia, mg/dL	57,91	56,23	1,56	0,38	<0,01	0,25
Insulina, $\mu$ UI/mL	15,22	14,64	1,98	0,58	0,06	0,53

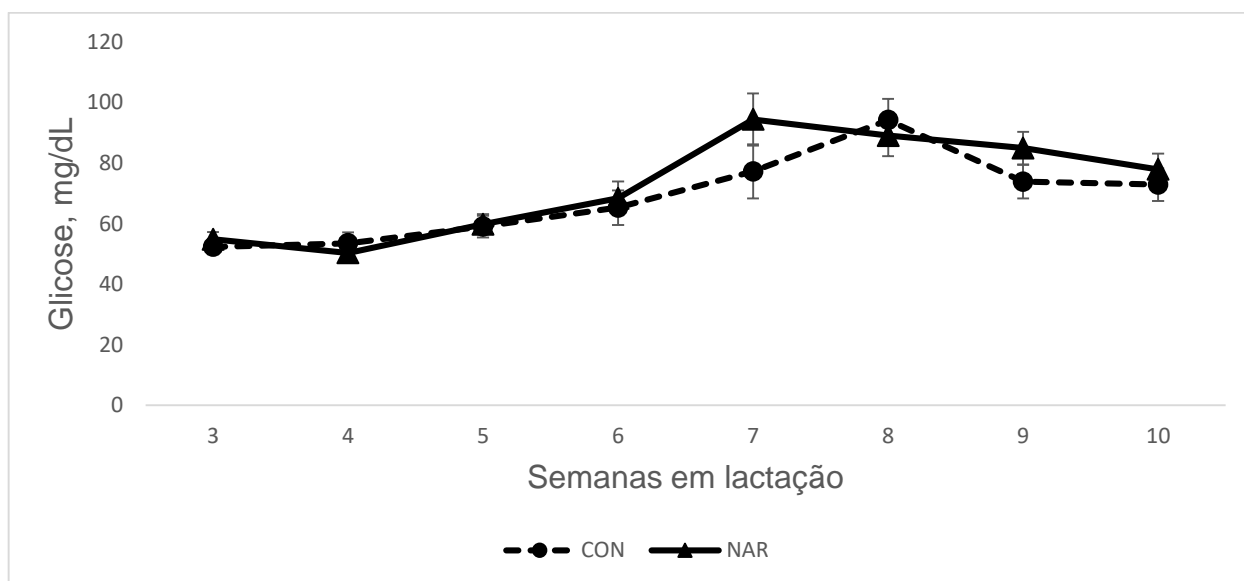
<sup>1</sup> Tratamentos: CON: controle (sem adição de ionóforos); NAR: adição de 13 mg de narasina/kg de MS (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil).

<sup>2</sup> Concentrações plasmáticas de glicose e ureia; concentração sérica de insulina.

<sup>3</sup> EPM: erro padrão da média.

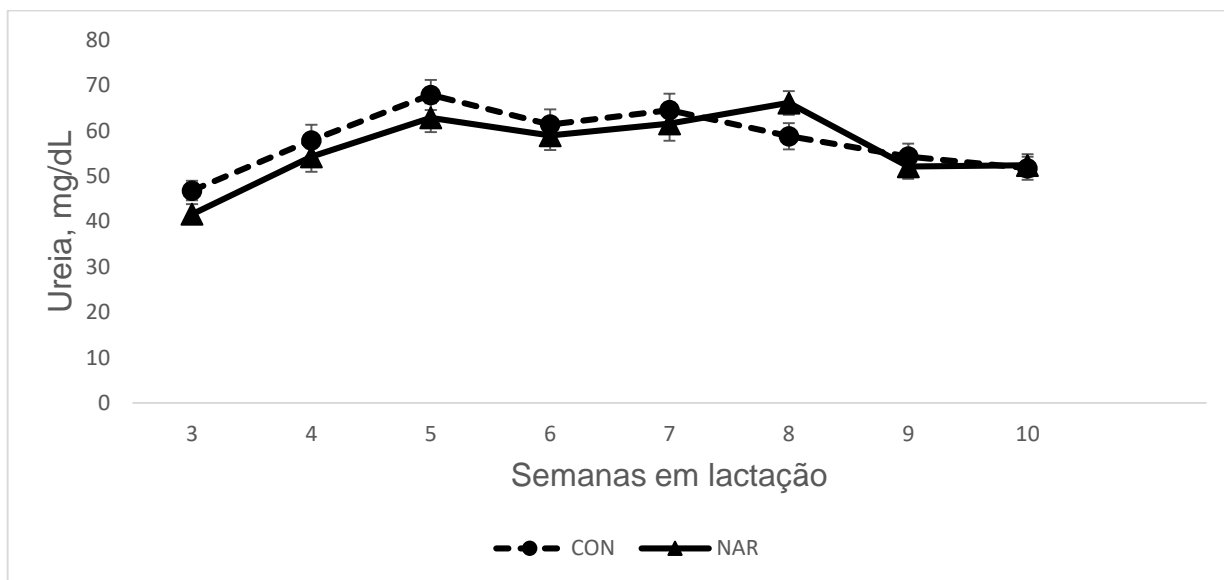
<sup>4</sup> Trat: efeito de tratamento; Sem: efeito de semana; T\*S: efeito da interação entre tratamento e semana.

**Figura 4** - Concentração de glicose plasmática (mg/dL) de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem (CON) ou com 13 mg de narasina/kg de MS (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil, NAR) da terceira à décima semana pós-parto



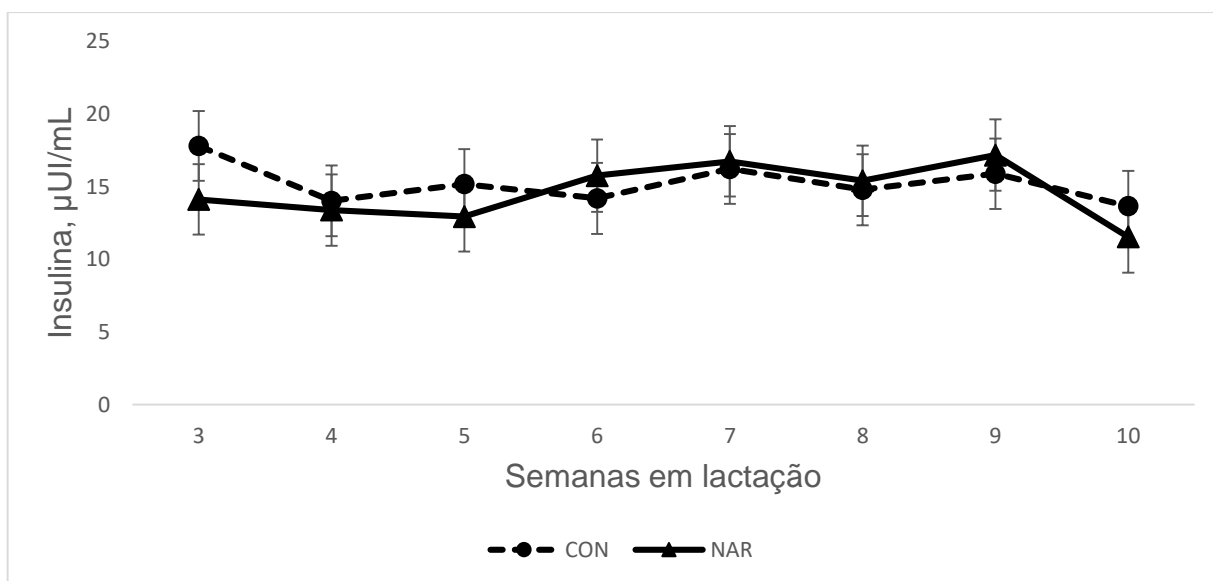
Fonte: O autor (2020).

**Figura 5** - Concentração de ureia plasmática (mg/dL) de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem (CON) ou com 13 mg de narasina/kg de MS (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil, NAR) da terceira à décima semana pós-parto



Fonte: O autor (2020).

**Figura 6** - Concentração de insulina sérica ( $\mu$ UI/mL) de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem (CON) ou com 13 mg de narasina/kg de MS (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil, NAR) da terceira à décima semana pós-parto



Fonte: O autor (2020).

## Desempenho dos cordeiros

O consumo de concentrado inicial dos cordeiros não foi afetado pelos tratamentos das ovelhas, tanto durante a lactação como após o desmame ( $p > 0,10$ ). Houve tendência para maior PV ao desmame dos cordeiros do tratamento NAR ( $p = 0,08$ ), no entanto não foram observadas diferenças no ganho de peso durante o experimento ( $p > 0,10$ ). Ao final do experimento, não houve diferença no peso dos cordeiros (Tabela 5).

**Tabela 5** - Peso vivo, ganho médio diário e consumo de concentrado inicial durante os períodos de lactação e pós-desmama de cordeiros de ovelhas Santa Inês e Santa Inês x Dorper em lactação alimentadas com dietas sem ou com narasina

Variáveis <sup>1</sup>	Tratamentos <sup>2</sup>		EPM <sup>3</sup>	Valor de P
	CON	NAR		
<b>Peso Vivo, kg</b>				
Inicial	6,69	6,77	0,38	0,83
Desmama	20,38	21,45	0,71	0,08
Final	25,11	25,76	0,95	0,38
<b>GMD, kg/d</b>				
Lactação	0,24	0,26	0,01	0,12
Pós-Desmama	0,34	0,31	0,03	0,30
Total	0,26	0,27	0,02	0,51
<b>CMS do concentrado inicial, kg</b>				
Lactação	11,96	11,62	1,03	0,73
Pós-Desmama	10,43	10,12	0,84	0,73
Total	22,32	21,74	1,71	0,70

<sup>1</sup> Inicial: peso vivo na terceira semana de vida (início do experimento); Desmama: décima semana de vida; Final: décima segunda semana de vida (fim do experimento); Lactação: período da terceira à décima semana de vida; Pós-desmama: da décima primeira à décima segunda semana de vida; Total: da terceira à décima segunda semana de vida; GMD: ganho médio diário; CMS: consumo em matéria seca do concentrado inicial.

<sup>2</sup> Tratamentos: CON: controle (sem adição de ionóforos); NAR: adição de 13 mg de narasina/kg de MS (Zimprova, Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brasil).

<sup>3</sup> EPM: erro padrão da média.



## **7. DISCUSSÃO**

### **Peso corporal, ECC e consumo das ovelhas**

As ovelhas mantiveram ou ganharam peso e ECC durante o período experimental, indicando que as dietas foram suficientes para suprir as exigências nutricionais da lactação e recuperar as reservas energéticas usadas no terço final de gestação e início de lactação. O CMS das ovelhas no experimento foi próximo ao estimado pelo SRNS, e acima da recomendação do NRC (2007), justificando a manutenção ou o ganho de ECC durante o período de lactação.

Como esperado, a narasina não interfere no CMS das ovelhas, diferentemente de outros aditivos ionóforos, como a monensina e a lasalocida. Estudos recentes realizados com narasina na dieta de ruminantes (SILVA et al., 2015; POLIZEL et al., 2016abc; GOBATO, 2017) indicam que este ionóforo não compromete o CMS quando adicionada em dietas com altos teores de volumoso ou concentrado. Essa característica da narasina pode ser importante para não interferir no consumo em um período de produção em que o CMS já é fisiologicamente afetado.

### **Produção de leite e parâmetros sanguíneos**

O uso de narasina na dieta de ovelhas em lactação apresentou tendência para aumento em 17,9% na produção de leite durante o período de lactação. Aumento dessa magnitude também foi encontrado em outro trabalho do grupo com ovelhas em lactação. Em resultados prévios, Sardinha, et al. (2018), encontraram aumento de 24,5% na produção do leite das ovelhas alimentadas com a dieta contendo 13 mg de narasina/kg de MS em comparação as ovelhas que receberam a dieta controle. Esses resultados apontam para a eficácia da molécula em melhorar o aproveitamento da dieta para a produção de leite.

Por característica do mecanismo de ação dos ionóforos, ocorre melhor aproveitamento energético da dieta, com redução de perdas por metano e maior aporte de propionato para a gliconeogênese hepática, aumentando a glicose circulante, que serve de substrato para a síntese do leite (OBA; ALLEN, 2003;

MCGUFFEY et al., 2001; DUFFIELD et al., 2008ab). No presente estudo, o aumento na produção de leite de ovelhas foi mais impactante que os aumentos provocados pelos ionóforos em vacas leiteiras (MCGUFFEY et al., 2001; RUIZ et al., 2001; MARTINEAU et al., 2007). É importante salientar que as ovelhas Santa Inês e Dorper possuem potencial moderado para a produção de leite (SUSIN et al., 2005). Por serem raças com finalidade de produção de carne, o leite produzido destina-se à alimentação dos cordeiros. Devido ao baixo potencial de produção de leite desses animais, é possível que pequenas alterações na produção sejam mais impactantes numericamente do que alterações observadas em animais de alta produção, como vacas leiteiras.

No presente estudo, sem afetar o CMS, a narasina aumentou em cerca de 20% a eficiência na produção de leite, LCG e LCGP de ovelhas em lactação. Esses dados demonstram o potencial da molécula no meio da produção de ruminantes. O aumento na eficiência de produção de leite em vacas é bem consolidado com o uso de ionóforos, sobretudo a monensina na dieta de ruminantes, como relatado nos trabalhos de McGuffey et al. (2001) e Duffield et al. (2008a). Em revisões sobre o uso de ionóforos em bovinos de corte também são observadas melhoras na eficiência alimentar (TEDESCHI, 2003; DUFFIELD et al., 2012). Silva et al. (2015) observaram que o fornecimento de narasina na mistura mineral de novilhas de corte alimentadas com dietas à base de volumoso melhorou em 25,3% a conversão alimentar desses animais. Da mesma forma, Gobato et al. (2017) observaram que o fornecimento de narasina na mistura mineral aumentou em 8,5% a EA de novilhas alimentadas com dietas com alto teor de concentrado. A melhora nos padrões de fermentação provocada pelo fornecimento de narasina para ruminantes (MISZURA et al., 2018; POLIZEL et al., 2018) pode estar relacionada ao melhor aproveitamento da energia proveniente da dieta por redução de processos ineficientes, como a formação de metano (ELLIS et al., 2012; MCGUFFEY et al., 2001), aumentando assim a eficiência alimentar.

A persistência do pico de lactação é controlada por fatores genéticos, fisiológicos e nutricionais que interagem entre si. Geralmente, curvas de lactação com maior pico de produção apresentam menor persistência, já que a taxa de produção de leite reduz mais rapidamente em ovelhas que possuem um aumento muito acentuado na produção nos primeiros dias em lactação. O pico de lactação geralmente ocorre

entre 3 e 4 semanas pós-parto (CANNAS et al., 2002). No presente trabalho, é possível notar que o pico de lactação das ovelhas que receberam a narasina teve maior persistência, se mantendo até a quinta semana em lactação, enquanto as ovelhas do grupo controle apresentaram queda de produção já na terceira semana de lactação. Normalmente, dietas mais energéticas retardam o pico de lactação (ZAMBOM et al., 2005). Novamente, por sua ação em seleção de bactérias ruminais, a narasina pode aumentar a eficiência energética da dieta, ocasionando em maior aproveitamento para a produção de leite.

A redução dos teores de proteína do leite encontrada no presente estudo não refletiu na produção total de proteína, que pode ter sido compensada pela maior produção de leite pelas ovelhas (PHIPPS et al., 2000). Como relatado em vacas de lactação, os efeitos dos ionóforos nos teores de proteína do leite são variados (BENCHAAAR et al., 2006; ODONGO et al., 2007; DUFFIELD et al., 2008a). É interessante destacar que de acordo com Pulina et al. (2006), um dos principais fatores que afetam os teores de gordura e proteína do leite de ovelhas é justamente a produção de leite, sendo que as correlações entre a produção de leite e os teores de gordura e proteína são negativas. Assim, conforme aumenta a produção de leite, a concentração de lactose também aumenta, no entanto, a síntese de gordura e proteína ocorre de forma mais lenta (EMERY, 1988).

Apesar de não ter aumentado a concentração de ureia no sangue ou os teores de NU no leite, o fornecimento de narasina para as ovelhas aumentou em 28% a produção total de NU. Pulina et al. (2006) destacam que a síntese de NU está relacionada com maior fornecimento de proteína para ovelhas, sendo que aumento no NU é notado quando ovelhas se alimentam de pasto adubado com N (BOROWIEC et al., 1984) ou pastagens novas, com elevados teores de PB (Cannas et al., 2002). Devido à melhora na eficiência do uso de proteína dietética promovida pelos ionóforos, pode haver aumento do aporte de proteína pós ruminal, e seu excesso pode ser transformado em NU.

Não houve efeito da narasina nos teores dos demais compostos do leite, mas a tendência de maior produção de gordura total e sólidos totais pode estar relacionada com a maior produção de leite.

## **Desempenho dos cordeiros**

O leite é o principal alimento do cordeiro nos primeiros dias de vida, e sua alimentação vai sendo complementada pela ingestão de alimentos sólidos com o passar do tempo. Conforme o cordeiro avança em idade e peso corporal, maior a participação do consumo de sólidos na sua dieta. Durante os períodos de alta exigência de leite pelos cordeiros, a predileção é pelo leite em detrimento do CMS (ARAUJO et al., 2008), dessa forma, uma maior produção de leite pode reduzir o consumo do concentrado inicial pelos cordeiros.

No presente estudo, não foi mensurado o consumo semanal de concentrado inicial dos cordeiros, mas não foi verificada diferença no consumo de concentrado durante o período total do experimento, tanto na fase de lactação, como após o desmame. Ainda assim, houve tendência para maior peso ao desmame dos cordeiros filhos de ovelhas alimentadas com narasina. Essa resposta pode representar que além do consumo do concentrado inicial, os cordeiros foram favorecidos por uma maior produção de leite pelas ovelhas, acarretando em uma tendência de aumento de 5,25% no peso à desmama. No entanto, essa maior produção de leite não foi suficiente para reduzir o consumo de concentrado inicial ou aumentar o GMD durante a lactação.

## **8. CONCLUSÃO**

A utilização de 13 mg de narasina/kg de MS em dietas para ovelhas melhorou a eficiência para produção de leite de ovelhas de corte, e sugere que a molécula seja uma possível ferramenta capaz de aumentar a produção de leite sem afetar o CMS.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15th ed. Arlingtonr, 1117p., 1990.

ARAUJO, R. C.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; RODRIGUES, G. H.; PACKER, I. U.; EASTRIDGE, M. L. Milk yield, minlk composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coast cross (Condon sp.) hay. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 12, p. 3511-3521, 2008.

BELL, J. A.; GRIINARI, J. M.; KENNELLY, J. J. Effect of safflower oil, flaxseed oil, monensin, and vitamin E on concentration of conjugated linoleic acid in bovine milk fat. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 2, p. 733–748, 2006.

BENCHAAR, C., PETIT, H.V., BERTHIAUME, R., WHYTE, T.D., CHOUINARD, P.Y. Effects of addition of essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production, and milk composition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 89 pp. 4352-4364, 2006.

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.

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.

BOROWIEC, F., FURGAL, K., SIUTA, A., PYS, J., MRAZ, B. Effect of feeding ewes on mountain pastures intensively fertilized with nitrogen on yield and chemical composition of milk (Abstract). **Journal of Dairy Science**. 46, 906., 1984.

BURRIN, D.; BRITTON, R. Response to monensin in cattle during subacute acidosis. **Journal of Animal Science**, v.63, p.888-893, 1986.

CANNAS, A., NUDDA, A., PULINA, G. Nutritional strategies to improve lactation persistency in dairy ewes. In: **Proceedings of the Eighth Great Lakes Dairy Sheep Symposium**, Ithaca, NY, USA, pp. 17–59, 2002.

DUFFIELD, T. F.; RABIEE, A. R.; LEAN, I. J. A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 2. Production effects. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 1347-1360, 2008a.

DUFFIELD, T. F.; RABIEE, A. R.; LEAN, I. J. A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 1. Metabolic Effects. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 1334-1346, 2008b.

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

ELLIS, J. L.; DIJKSTRA, J.; BANNINK, A.; KEBREAB, E.; HOOK, 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.

EMERY, R.S. Milk fat depression and the influence of diet on milk composition. **Veterinary Clinics of North America**. Food Anim. Pract. 4, 289–305, 1988.

FELLNER, V. The effect of rumensin® on milk fatty acid profiles and methane production in lactating dairy cows. In: A SYMPOSIUM HELD, Ontario. **Proceedings...** Ontario: Ontario Veterinary College, p.22-25, 1997.

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 Nelore heifers (abstract). **Journal of Animal Science**, v.95, supplement 4, p. 266. 2017.

GODFREY, R.W., GRAY, M.L., COLLINS, J.R. Lamb growth and milk production of hair and wool sheep in a semi-arid tropical environment. **Small Rumin. Res.** 24, 77–83, 1997.

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.

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.

IPHARRAGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Usefulness of ionophores for lactating dairy cows: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.39-57, 2003.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Lista de aditivos aprovados pelo MAPA para uso na alimentação animal (Atualizado em 16/08/2019). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/aditivos> . Acesso em: Setembro de 2019.

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 (Abstract). 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.

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.

NAGARAJA, T. G. Ionophores and antibiotics in ruminants. p. 173-204. In: Wallace, J.; Chesson, A., eds. **Biotechnology in animal feeds and animal feeding**. VCH, Weinheim, Germany. 1995.

NEVILLE, W. E., Jr. Influence of dam's milk production and other factors on 120- and 240-day weight of Hereford calves. **Journal of Animal Science**. 21:315., 1962.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. 2007. 362p.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Dose response effects of intraruminal infusion of propionate on feeding behavior of lactating cows in early or midlactation. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 2922- 2931, 2003.

ODONGO, N.E.; BAGG, R.; VESSIE, G.; DICK, P.; OR-RASHID, M.M., et al. Long-term effects of feeding monensin on methane production in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.1781–1788, 2007.

PHIPPS, R. H.; WILKINSON, J. I.; JONKER, L. J.; TARRANT, M.; JONES, A. K.; Hodge, A. Effect of monensin on milk production of Holstein-Friesian dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 83:2789–2794, 2000.

PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 brazilian survey. **Journal of Animal Science**, 2018

POLIZEL, D.M.; WESTPHALEN, M.F.; MISZURA, A.A.; SANTOS, M.H.; SILVA, R.G.; BERTOLONI, A.V.; OLIVEIRA, G.B.; BIEHL, M.V.; FERRAZ JUNIOR, M.V.C.; PIRES, A.V.; 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.; 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.

PRESSMAN, B. C. Biological applications of ionophores. **Annual Review of Biochemistry**. v.45, p.501-530, 1976.

PULINA, G., NUDDA, A. Milk production. In: PULINA, G. **Dairy sheep feeding nutrition**, Bologna: Avenue Media. p.11-27, 2004.

PULINA, G.; Nudda, A.; Battacone, G.; Cannas, A. Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk. **Animal Feed Science and Technology**. 131, 255–291, 2006.

RAMANZIN, M. et al. Effect of monensin on milk production and efficiency of dairy cows fed two diets differing in forage to concentrate ratios. **Journal of Dairy Science**, v.80, n. 6, p. 1136-1142, 1997.

RUIZ, R.; ALBRECHET, G. L.; TEDESCHI, L. O. JARVIS, G; RUSSELL J. B; FOX D. G. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh forage. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 1717-1727, 2001.

RUSSELL, J. B. A proposed model of monensin action in inhibiting rumen bacterial growth: effects on ion flux and proton motive force. **Journal of Animal Science**, v. 64, p. 1507-1519, 1987.

RUSSELL, J.B., MARTIN, S.A. Effects of various methane inhibitors on the fermentation of amino acids by mixed rumen microorganisms in vitro. **Journal of Animal Science**, 59:1329-1338, 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.

SAMUELSON, K. L. et al. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2015 New Mexico state and Texas tech university survey. *Journal of Animal Science*, v. 94, n. 6, p. 2648–2663, 1 jun. 2016.

SARDINHA, L.; POLIZEL, D.; MISZURA, A.; BARROSO, J.; MARTINS, A.; OLIVEIRA, G.; LIMEDE, A.; FERRAZ, Jr.; PIRES, A. V. Lactation performance of ewes fed a diet containing narasin (Abstract). **Journal of Animal Science**, v.96, p. 475-476. 2018.

SAUER, F.D.; KRAMER, J.K.G.; CANTWELL, W.J. Antiketogenic effects of monensin in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.2, p.436-442, 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, D. P. et al. Survey of management practices used by brazilian dairy farmers and recommendations provided by 43 dairy cattle nutritionists. 2019

SNOWDER, G. D.; GLIMP, H. A. Influence of breed, number of suckling lambs, and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. **Journal of Animal Science**. 69:923, 1991.

SUSIN, I.; LOERCH, S.C.; McCLURE, K.E. Effects of feeding a high-grain diet at a restricted intake on lactation performance and rebreeding of ewes. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3199-3205, 1995.

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 DER LINDEN, D.S.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; KENYON, P.R.; THORSTENSEN, E.; JENKINSON, C.M.C.; PETERSON, S.W.; BLAIR, H.T. Comparison of four techniques to estimate milk production in singleton-rearing non-dairy ewes. **Small Rumin Res.** 90:18–26, 2010.

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.

ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T. et al. Ingestão, digestibilidade das rações e produção de leite em cabras Saanen submetidas a diferentes relações de volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2505-2514, 2005.