

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

RHAÍSSA GARCIA DE ASSIS

UTILIZAÇÃO DE NARASINA EM DIETAS PARA OVELHAS: PRODUÇÃO E
COMPOSIÇÃO DO LEITE E DESEMPENHO DAS CRIAS

PONTA GROSSA

2019

RHAÍSSA GARCIA DE ASSIS

UTILIZAÇÃO DE NARASINA EM DIETAS PARA OVELHAS: PRODUÇÃO E
COMPOSIÇÃO DO LEITE E DESEMPENHO DAS CRIAS

Dissertação de Mestrado apresentada para
obtenção do título de mestre em Zootecnia na
Universidade Estadual de Ponta Grossa. Área
de concentração: Nutrição de Ruminantes e
Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Maia Ferreira

PONTA GROSSA

2019

A848 Assis, Rhaíssa Garcia de
Utilização de narasina em dietas para ovelhas: produção e composição do leite e desempenho das crias/ Rhaíssa Garcia de Assis. Ponta Grossa, 2019.
49 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área de concentração – Produção Animal), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Maia Ferreira

1. Ovinos. 2. Aditivos. 3. Ionóforo. 4. Lactação. I. Ferreira, Evandro Maia. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa - Mestrado em Zootecnia. V. T.

CDD : 636.089

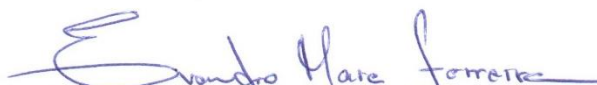


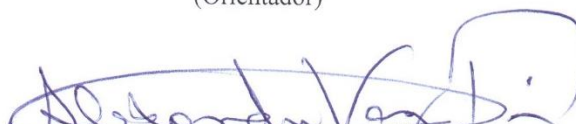
TERMO DE APROVAÇÃO


RHAÍSSA GARCIA DE ASSIS

“UTILIZAÇÃO DE NARASINA EM DIETAS PARA OVELHAS: PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE E DESEMPENHO DAS CRIAS”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Mestrado em Zootecnia, Setor de Ciências Agrárias e Tecnologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, no dia 25 de fevereiro de 2019, pela seguinte banca examinadora:


Prof. Dr. Evandro Maia Ferreira - (ESALQ/USP)
(Orientador)


Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires (ESALQ/USP)
(Membro)


Prof. Dr. Daniel Montanher Polizel (ESALQ/USP)
(Membro)

Ponta Grossa, 25 de fevereiro de 2019.

Aos meus pais Rosane e Walfredo, meus grandes exemplos de vida.
Aos meus irmãos Bruno, Gabriela e Rômulo, meus queridos irmãos.
Ao meu namorado Christian, meu grande companheiro de todas as horas.

Com amor dedico!

*“O que vale da vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e semeando,
no fim terás o que colher”.*

(Cora Coralina)

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e por ter me dado esta oportunidade, me guiando e cuidando de cada passo meu.

Aos meus pais Walfredo Antônio de Assis e Mara Rosane Leal Garcia, por serem minha fonte de inspiração e exemplo de vida, por todo amor, dedicação, carinho, por me mostrarem os passos certos, por todo o incentivo durante esta jornada e por sempre acreditarem no meu potencial.

Aos meus irmãos Bruno, Rômulo e Gabriela Garcia de Assis, por compreenderem minha ausência, me incentivarem em tudo que faço e por serem meus melhores amigos.

Ao meu namorado Christian Gehrke, por ter deixado tudo de lado neste período da realização do meu experimento, me dando apoio, me ajudando em tudo que precisei e por ser o melhor companheiro que eu poderia ter.

Ao meu orientador Prof. Dr. Evandro Maia Ferreira, por ter me aceito no programa, por ter me proporcionado grandes aprendizados, por todo apoio e incentivo, pela amizade e carinho que teve comigo nestes dois anos. Um exemplo de profissional. Minha gratidão ao senhor é eterna.

Ao Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires, um grande exemplo de profissional, por ter contribuído com seus conhecimentos, me dando apoio e incentivo durante a realização do experimento e escrita da dissertação.

À Dra. Janaína Socolovski Biava, por toda ajuda pessoal e profissionalmente, pela contribuição com seus conhecimentos e também pela grande amizade construída ao longo destes dois anos.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), e a todos os professores de graduação, que contribuíram para minha formação profissional e possibilitaram a realização do mestrado.

Ao programa de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), por abrir as portas para realização do experimento.

Ao Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos – SIPOC, por me disponibilizar o local, suas instalações, funcionários e os animais para a realização do experimento.

Aos funcionários do SIPOC: Seu Roberto Gonçalves, Adilson Rosa (Zica), Seu Marcos Polizel e Joseval Mandro, pela ajuda e conhecimento que me proporcionaram ao longo da realização do experimento.

As minhas colegas do Sistema intensivo de produção de ovinos e caprinos –SIPOC: Thamires Ubices Sturion e Nathalia Rubio Eckaermann por me ajudarem em tudo que precisei pessoal e profissionalmente e pela amizade que pretendo levar para o resto da vida.

Ao Dr. Daniel Montanher Polizel, pela disposição em me ajudar na realização do meu experimento, por realizar as análises estatísticas do mesmo e pela paciência e dedicação que teve comigo. Você é um exemplo de profissional.

Aos alunos, do grupo de estudos do Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA/ESALQ), Gabriela Bagio Oliveira, Lairana Sardinha, José Paulo Barroso, André Martins, Arnaldo Cintra e Francisco Montanaro por me acolherem e ajudarem no desenvolver do projeto, pela amizade e troca de conhecimentos.

As estagiárias Teresinha Teixeira de Souza e Maria Fernanda Cerutti, por me ajudarem na realização do meu experimento, passando por muitos apertos e sufocos, por estarem comigo quando mais precisei e pela amizade incrível que tive a honra de construir com vocês.

A Luciana Castelar, técnica do laboratório LNRA da ESALQ, pelos ensinamentos e ajuda com as análises laboratoriais.

Agradeço a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), por ter concedido a bolsa de estudos.

Aos colegas do programa de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

E aos animais, que fizeram parte do experimento.

Muito obrigada!

RESUMO

O objetivo deste experimento foi avaliar teores de narasina, sobre o consumo de matéria seca (CMS), a produção e composição do leite de ovelhas e o desempenho das crias. A narasina foi adicionada a uma dieta base, contendo 50% de concentrado e 50% de volumoso. Foram utilizadas 40 ovelhas mestiças Dorper vs. Santa Inês Inês ($53,6 \pm 9,6$ kg PC), com duas semanas de lactação ($14 \pm 4,5$ dias), juntamente com sua(s) cria(s). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados (10 blocos e 4 tratamentos). Os tratamentos consistiram de uma dieta controle (0N) dieta base, sem adição de narasina; 13N – adição de 13 mg de narasina/kg de MS; 20N – adição de 20 mg de narasina/kg de MS; 27N – adição de 27 mg de narasina/kg de MS. Semanalmente, da segunda a décima semana de lactação, as ovelhas foram separadas de suas crias, estimuladas com a injeção de 6 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 de leite. Os cordeiros uma vez por semana eram submetidos a um jejum alimentar de cinco horas e posteriormente eram pesados para mensuração do ganho médio diário (GMD). A duração do período experimental foi de 56 dias. As variáveis mensuradas foram: Consumo de nutrientes, produção e composição do leite (gordura, proteína, lactose, sólido totais, extrato seco desengordurado - ESD, nitrogênio ureico – NU e contagem de células somáticas - CCS) e desempenho das crias (Consumo de matéria seca - CMS e GMD). Todos os dados foram analisados utilizando-se o SAS (2002). O consumo de MS, PB e MO apresentaram resposta quadrática ($P=0,02$; $P<0,01$ e $P=0,02$, respectivamente), em que o maior consumo foi observado na dieta contendo 13 mg de narasina/kg de MS (13N). Contudo o consumo de FDN ($P=0,04$) e MM ($P<0,01$) apresentaram um decréscimo progressivo com os teores crescentes de narasina, sendo o maior consumo apresentado pelos animais do tratamento controle (0N) e o menor pelos animais do tratamento com 27 mg de narasina/ kg de MS (27N). A produção de leite (g/ 3 horas) apresentou resposta quadrática ($P=0,03$) para os teores de narasina na dieta, sendo que, os animais alimentados com a dieta contendo 13 mg de narasina/kg de MS apresentaram a maior produção de leite ($194,91$ g/ 3 horas. Para os dados de composição do leite, a proteína, ESD e CCS apresentaram redução linear com o aumento dos teores de narasina ($P=0,01$; $P=0,03$ e $P=0,04$, respectivamente). A produção de proteína e ESD do leite apresentaram resposta quadrática ($P=0,04$ e $P=0,03$) entre os teores de narasina. Todos as variáveis de composição e produção do leite apresentaram efeito de semana ($P<0,01$), exceto a CCS. O consumo de nutrientes através do concentrado inicial pelos cordeiros não foi afetado pelos tratamentos, entretanto o GMD dos cordeiros apresentou uma redução linear ($P<0,01$), sendo os cordeiros filhos das ovelhas alimentadas com a dieta controle (sem adição de narasina -0N) os que apresentaram maior GMD ($269,3$ g) e os com menor GMD ($228,01$ g) os cordeiros filhos de ovelhas alimentadas com a dieta contendo 27 mg de narasina/kg de MS (27N). A utilização de 13 mg de narasina/ kg de MS em dietas para ovelhas em lactação se mostrou eficaz para o aumento da produção de leite. Entretanto, o uso de dietas contendo 27 mg de narasina/ kg de MS, não é recomendado.

Palavras-chave: Aditivos, Ionóforo, Lactação, Ovinos.

ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate rates of narasin on dry matter intake (DMI), ewes milk production and composition and their lambs performance. The narasin was added to a base diet containing 50% of concentrate and 50% of forage. Forty crossbreeding ewes Dorper vs. Santa Inês (53.6 ± 9.6 kg BW) with their lambs was used with two weeks of lactation (14 ± 4.5 days). The experimental design was in a completely randomized blocks design with 10 blocks and 4 treatments. The treatments consisted of a control diet (0N) based diet, without addition of narasin; 13N - addition of 13 mg of narasin/kg DM; 20N – addition of 20 mg of narasin/kg DM; 27N – addition of 27 mg of narasin/ kg DM. Once a week, from the second to the tenth week of lactation, the ewes was separated from their lambs, stimulated by a 6 IU i.v. oxytocin injection, and mechanically milked to empty the mammary gland. After 3 hours, using the same procedure, the ewes was milked again to measure milk production. The lambs, once a week were submitted to a five-hour food fast and later were heavy to measure the average daily gain (ADG). The experimental period was 56 days. The variables measured was: Consumption of nutrients, milk production and composition (fat, protein, lactose, total solids, defatted dry extract - DDE, urea nitrogen - UN and somatic cell count - SCC) and performance of the lambs (dry matter intake – DMI, average daily gain - ADG). All data will be analyzed using SAS (2002). The consumption of DM, CP and OM presented a quadratic response ($P=0.02$, $P<0.01$ and $P=0.02$, respectively), where the highest consumption was observed in the diet containing 13 mg of narasin/ kg DM (13N). However, the consumption of NDF ($P = 0.04$) and MM ($P = 0.01$) presented a progressive decrease with increasing levels of narasin, the highest consumption being presented by control animals (0N) and the lowest by animals of treatment with 27 mg of narasin/ kg of DM (27N). The milk yield (g/ 3 hours) presented a quadratic response ($P=0.03$) for those of narasin in the diet, and the animals fed the diet containing 13 mg of narasin/ kg of DM had the highest production of milk (194.91 g/ 3 hours). For the milk composition data, protein, DDE and CCS presented a linear reduction with increased levels of narasin ($P=0.01$, $P=0.03$ and $P=0.04$, respectively). The production of protein and DDE presented a quadratic response ($P=0.04$ and $P=0.03$) between the different levels of narasin. All milk production and composition variables presented a week effect ($P<0.01$), except CCS. The nutrient intake through the initial concentrate by lambs was not affected by treatments, however the ADG of the lambs presented a linear reduction ($P<0.01$), being lambs of the sheep fed the control diet (without addition of narasin – 0N), those with the highest ADG (269.3 g) and those with the lowest ADG (228.01 g) the lambs of sheep fed the diet containing 27 mg of narasin / kg of MS (27N). The use of 13 mg of narasin / kg of DM in diets for lactating ewes was shown to be effective in increasing milk production. However, the use of diets containing 27 mg of narasin / kg of DM is not recommended.

Key words: Additives, Ewes, Ionophore, Lactation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática da parede celular de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas.....	18
Figura 2 - Estrutura química da narasina.....	19
Figura 3 - Curva de lactação de ovelhas alimentadas com teores crescentes de narasina.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais, (g/kg de MS).....	32
Tabela 2 - Peso corporal, consumo de matéria seca, produção de leite e eficiência alimentar de ovelhas alimentadas com dietas contendo teores crescentes de narasina.....	37
Tabela 3 - Composição e produção dos componentes do leite de ovelhas alimentadas com dietas contendo teores crescentes de narasina.....	39
Tabela 4 - Consumo de nutrientes através do concentrao inicial, peso e ganho médio diário de cordeiros filhos de ovelhas alimentadas com dietas contendo teores crescentes de narasina.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGCC	Ácidos Graxos de Cadeia Curta
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
CMS	Consumo de Matéria Seca
CMS % PV	Consumo de matéria seca em porcentagem de peso vivo
CMS, PV ^{0,75}	Consumo de matéria seca em relação ao peso metabólico
CCS	Contagem de células somáticas
EA	Eficiência alimentar
ECC	Escore de condição corporal
ESD	Estrato seco desengordurado
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
GMD	Ganho médio diário
LCG	Leite corrigido para gordura
LCGP	Leite corrigido para gordura e proteína
LNRA	Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal
MM	Matéria mineral
MO	Matéria original
MS	Matéria seca
NRC	National Research Council
NU	Nitrogênio Ureico
PB	Proteína Bruta
PC	Peso Corporal
PV	Peso vivo
SIPOC	Sistema Intensivo de produção de Ovinos e Caprinos
UI	Unidades Internacionais

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
1.1 IMPORTÂNCIA DOS IONÓFOROS	13
1.2 IONÓFOROS.....	14
1.3 MECANISMO DE AÇÃO DOS IONÓFOROS	17
1.4 NARASINA.....	19
1.5 NARASINA NA PRODUÇÃO DE LEITE	21
REFERÊNCIAS	23
CAPÍTULO 2. UTILIZAÇÃO DE NARASINA EM DIETAS PARA OVELHAS: PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE E DESEMPENHO DAS CRIAS.....	29
2.1 INTRODUÇÃO	29
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
2.2.1 Local do experimento.....	31
2.2.3 Animais e instalações experimentais.....	31
2.2.4 Manejo alimentar e colheita de dados.....	32
2.2.5 Análises laboratoriais e cálculos.....	34
2.2.6 Análise estatística.....	35
2.3 RESULTADOS.....	36
2.3.1 Peso corporal, consumo de matéria seca, produção e composição do leite e eficiência alimentar das ovelhas.....	36
2.3.2 Consumo de nutrientes através do concentrado inicial, peso e ganho médio diário dos cordeiros.....	40
2.4 DISCUSSÕES.....	41
2.4.1 Peso corporal, consumo de matéria seca, produção e composição do leite e eficiência alimentar das ovelhas.....	41
2.4.2 Consumo de nutrientes através do concentrado inicial, peso e ganho médio diário dos cordeiros.....	43
2.5 CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS	46

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 IMPORTÂNCIA DOS IONÓFOROS

No mundo o índice de natalidade vem diminuindo anualmente, porém quando comparado aos anos com os maiores índices, os recém-nascidos atuais apresentam maior taxa de sobrevivência, além disto, o índice de mortalidade mundial tem diminuído, apresentando declínio contínuo em todas as idades (CIA, 2017). Isto faz com que o número de pessoas aumente linearmente ano a ano, o que, segundo a United Nations (2015) levará a uma população de 9,7 bilhões de pessoas em 2050, acarretando no aumento do consumo de alimento, sendo assim, necessário aumento de 60% da produção (FAO, 2015).

Para atender a demanda do mercado mundial e suprir as necessidades da população humana o setor agropecuário terá que aumentar a produção, porém, além de pensar em aumentar a eficiência e volume de produção, cada vez mais, o setor deverá se preocupar com temas como meio ambiente, ou seja, terá que aumentar a produção pensando em aumentar a eficiência com o máximo de recursos alternativos, evitando a poluição e o desmatamento (CAVALCANTI, 1994).

Dentro deste contexto os ionóforos são uma das alternativas para aumentar a eficiência produtiva, reduzindo área para o cultivo de alimento e também a poluição, devido às funções das moléculas na seleção de microrganismos ruminais.

Os ionóforos aumentam a eficiência na fermentação dos alimentos consumidos pelos animais, fazendo com que o animal apresente melhor eficiência alimentar, diminuindo a ingestão de alimento sem reduzir a produção, o que diminui a quantidade de alimento necessário para a produção (TEDESCHI; FOX; TYLUTKI, 2003; BEAUCHEMIN et al., 2008) e conseqüentemente o uso de terras para o cultivo utilizadas a produção de alimento destinada a dieta animal. Além disto, os ionóforos também atuam na modulação da fermentação diminuindo a atividade de bactérias que produzem e fornecem H₂ (principalmente as produtoras de acetato e butirato), sendo estas as fornecedoras de substrato para a produção de metano (CH₄), reduzindo em média 25% a emissão do gás (VAN NEVEL; DEMEYER, 1995), responsável por grande perda de energia dietética e um dos principais responsáveis pelo efeito estufa e aquecimento global, contribuindo assim com as questões ambientais (ELLIS et al., 2008) além de melhorar a eficiência produtiva.

1.2 IONÓFOROS

Os ionóforos ou antibióticos carboxílicos poliéteres são moléculas de baixo peso molecular variando do 500 a 2000 Daltons, produzidos principalmente por meio da fermentação de bactérias do gênero *Streptomyces* (NAGARAJA, 1995). São considerados pelo FDA (Food and Drugs administration) antibióticos, porém, não são de uso compartilhado com os seres humanos, sendo essencialmente naturais (BERCHIELLI; BERTIPAGLIA, 2010). Todos são ácidos orgânicos com pKa entre 6,4 a 6,6 pouco solúveis em meio aquoso, devido ao exterior da molécula ser hidrofóbico, e solúveis em solventes orgânicos sendo altamente lipofílicos.

Substâncias definidas como ionóforos interagem passivamente com íons e cátions (K⁺, Na⁺, Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺), servindo, assim, como veículo de transporte para estes entre as membranas. Atualmente mais de 120 tipos de ionóforos são conhecidos, como a monensina sódica, lasalocida, salinomicina, narasina e senduramicina, estas aprovadas para o uso em dietas de ruminantes no Brasil (SPISSO, 2010; MAPA, 2015). Sendo diferentes entre si pela afinidade e seletividade de ligação com estes cátions (PRESSMAN, 1976).

O uso destes aditivos na alimentação animal se iniciou na dieta de aves, como agentes coccidiostáticos e devido ao mecanismo de ação que deprime ou inibe o crescimento de algumas espécies de microrganismos do rúmen, passou a ser o aditivo mais pesquisado em dietas de ruminantes a partir de 1970 (NICODEMO, 2002). Atualmente são considerados os aditivos mais utilizados em formulações para dietas de bovinos em confinamento (OLIVEIRA; MILLEN, 2014).

A ação destes aditivos é decorrente das alterações da população microbiana ruminal. Sendo, a atividade das bactérias Gram-positivas, produtoras de ácido acético, butírico, láctico e hidrogênio, reduzidas e/ou inibidas pelos ionóforos favorecendo, consequentemente, a atividade de bactérias Gram-negativas (resistentes a estes aditivos) produtoras de ácido propiônico e succínico (MORAIS et al., 2006), resultando em diversos benefícios biológicos ao animal, como a melhora no metabolismo energético, devido a maior produção de propionato em relação a acetato (ROCHA JÚNIOR et al., 2010) sendo o propionato a fonte mais eficiente de energia para os ruminantes. Além desta melhora no metabolismo o ionóforo promove a redução da ingestão de matéria seca (DUFFIELD et al., 2012), melhora na eficiência (MORAIS et al., 2011; POLIZEL, 2016c) e conversão alimentar, devido à redução no consumo de MS e melhora no aproveitamento da energia da dieta (DUFFIELD et al., 2012; GOBATO, 2017), aumento na concentração total de AGCC (POLIZEL, 2016b), aumento no GMD (GOBATO, 2017), redução da produção de metano (RODRIGUEZ et al., 2007) devido a menor liberação

de H⁺ pelas bactérias Gram-positivas para o ambiente ruminal, diminuição da produção de amônia no rúmen devido a diminuição populacional de bactérias proteolíticas (NAGARAJA et al., 1997), redução da ocorrência de distúrbios como a acidose e o timpanismo (GOES et al., 2004), pela menor produção do ácido lático que é um ácido forte e geralmente promove quedas imediatas do pH (RUSSEL,1987), e também devido a redução da produção de mucopolissacarídeos o que desta forma diminui a viscosidade do fluido ruminal (BERGEN; BATES, 1984), diminuição de ocorrência de mudanças bruscas nos valores de pH ruminal, quando o animal é submetido a dietas com alto teor de concentrado (BURRIN; BRITTON, 1986) e conseqüentemente acarretando em um melhor desempenho dos animais.

Dentre os ionóforos mais conhecidos a monensina é atualmente a molécula mais utilizada em pesquisas em dietas para ruminantes no Brasil (MORAIS et al., 2011).

Em pesquisas realizadas com animais para corte, Duffield et al. (2012), realizaram meta-análise por meio de 169 experimentos e 64 artigos utilizando a monensina em dietas para bovinos em crescimento e terminação e observaram que a utilização deste ionóforo reduziu o consumo de matéria seca (CMS) em 0,27 kg e aumentou o ganho médio diário (GMD) em 0,03 kg, reduzindo a conversão alimentar (CA) em 0,53 kg de alimento/kg de peso corporal ganho.

Gobato et al. (2017), utilizando novilhas nelores, avaliaram o efeito da adição de narasina na mistura mineral sobre o desempenho destes animais, encontraram resultados que mostram as vantagens da utilização deste ionóforo, sendo os animais que consumiram dietas com 13 ppm de narasina (13N), apresentaram maior ganho de peso médio diário (482 g/dia) em relação aos animais do grupo controle sem adição de narasina (0N), sendo aumento de 16% no GMD e conseqüentemente promovendo redução em 25% da conversão alimentar.

Golder e Lean (2016), realizaram meta-análise com 31 trabalhos com lasalocida, e observaram resultados semelhantes aos encontrados utilizando a monensina descritos anteriormente, com aumento no GMD dos animais de 40 g/dia.

Esta melhora no desempenho dos animais alimentados com dietas contendo ionóforos pode ser explicada devido as mudanças na proporção molar dos ácidos graxos de cadeia curta, com aumento na proporção de ácido propiônico, principal AGCC precursor de glicose para ruminantes e redução do percentual de ácido butírico e acético (HENDERSON et al.,1981; NAGARAJA et al., 1987; ELLIS et al., 2012), pela melhora do metabolismo de nitrogênio pelas bactérias ruminais, diminuindo a absorção de amônia aumentando assim quantidade de proteínas de origem alimentar a chegar ao intestino delgado (MORAIS et al., 2006) além de reduzir a produção de metano e ácido lático, responsáveis por diminuir a energia metabólica que poderia ser absorvida e aproveitada pelo animal (BERTIPAGLIA, 2008).

Goodrich et al. (1984), em revisão, compilaram 228 trabalhos que avaliavam a inclusão de monensina em dietas de animais em confinamento e 24 trabalhos com animais mantidos em regime de pasto. Houve aumento no ganho de peso em 1,6%, redução de consumo em 6,4% e consequente acarretou em melhoria na conversão alimentar em 7,5%.

A utilização dos ionóforos de maneira geral ocorre com maior frequência na pecuária de corte e em animais de rebanhos leiteiros não lactantes, sendo menos utilizados em animais lactantes. Com isso, poucos estudos que buscam analisar a adição de ionóforos em dietas de animais em lactação, e seus efeitos sobre a produção e composição do leite são encontrados na literatura. Porém, as poucas pesquisas, mostram melhora no desempenho e produção de leite de animais lactantes que possuem ionóforos na dieta.

Van Der Werf et al. (1998), avaliando o efeito da monensina no desempenho de vacas Holandesas e Jerseys, obtiveram resultados que mostram aumento na produção de leite, gordura e proteína com a utilização da monensina, havendo somente redução da produção de gordura no leite quando os animais foram alimentados com doses mais elevadas do ionóforo (450 mg/cab/dia). Além destes resultados os autores constataram também que os animais alimentados com dietas contendo o ionóforo apresentaram escores de condição corporal e ganho de peso ao final da lactação superiores aos animais que consumiram dieta sem a monensina, mostrando assim, que o animal pode apresentar ótimo aproveitamento do alimento sem precisar mover as reservas corporais para produção do leite.

De acordo com o estudo realizado por Ruiz et al. (2001), avaliando vacas Holandesas alimentadas com dietas contendo monensina, a utilização do ionoforo promoveu aumento de 6,5% na produção de leite, 4,7% na produção de proteína, porém, reduziu 0,12 unidades percentuais na porcentagem de gordura.

Mcguffey et al. (2001), encontraram resultados semelhantes avaliando o efeito da utilização de monensina e lasalocida no desempenho de vacas lactantes. Relatam que não encontram efeito significativo para a lasalocida. Entretanto, os animais que receberam monensina, em relação ao grupo controle, apresentaram maior produção de leite e menor valor de proteína e gordura.

A redução da gordura no leite pode ser explicada devido a modulação da população ruminal que ocorre com a utilização dos ionóforos, selecionando algumas bactérias, diminuindo a atividade das bactérias Gram-positivas produtoras de ácido acético e butírico, principais ácidos graxos precursores de gordura no leite (PEREZ, 2001), já o aumento na produção do leite pode ser explicado devido a estas mesmas funções dos ionóforos em selecionar bactérias ruminiais, aumentando a atividade de bactérias Gram-negativas no rúmen, alterando as

proporções dos produtos finais da fermentação, aumentando a proporção de propionato e reduzindo a produção de acetato e metano e conseqüentemente acarretando em aumento da energia líquida da dieta e maior aproveitamento pelo animal (MCGUFFEY et al., 2001).

Embora a utilização de ionóforos seja amplamente estudada e explorada pela comunidade científica, estes estudos se limitam a apenas alguns ionóforos, como por exemplo a monensina, fazendo com que informações a respeito da utilização de outros ionóforos como a narasina na dieta de ruminantes sejam escassos na literatura.

1.3 MECANISMO DE AÇÃO DOS IONÓFOROS

Os ionóforos são moléculas lipossolúveis que favorecem o transporte de íons através da membrana celular. Devido a esta função são considerados substâncias tóxicas á muitas bactérias e protozoários (RUSSEL; STROBEL, 1989). Estes antibióticos formam complexos com cátions monovalentes e bivalentes, como K^+ , Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , porém cada um possui especificidade diferente por cada cátion. A monensina, por exemplo, apresenta afinidade 10 vezes maior ao Na^+ do que ao K^+ e não possui afinidade por íons bivalentes, já a lasalocida apresenta maior afinidade para o K^+ e menor atração pelo Ca^{2+} e Na^+ (PRESSMAN, 1976). Embora apresentem algumas diferenças o modo de ação dos ionóforos é muito semelhante e geralmente são bacteriostáticos e não bactericidas, com mecanismos de ação que alteram o fluxo entre a membrana celular (CHOW et al., 1994).

A utilização dos ionóforos na nutrição de ruminantes tem grande importância devido a função de manipulação da fermentação ruminal, os mesmos interagem no sentido de modificar a população microbiana do rúmen, melhorando assim a saúde e performance animal.

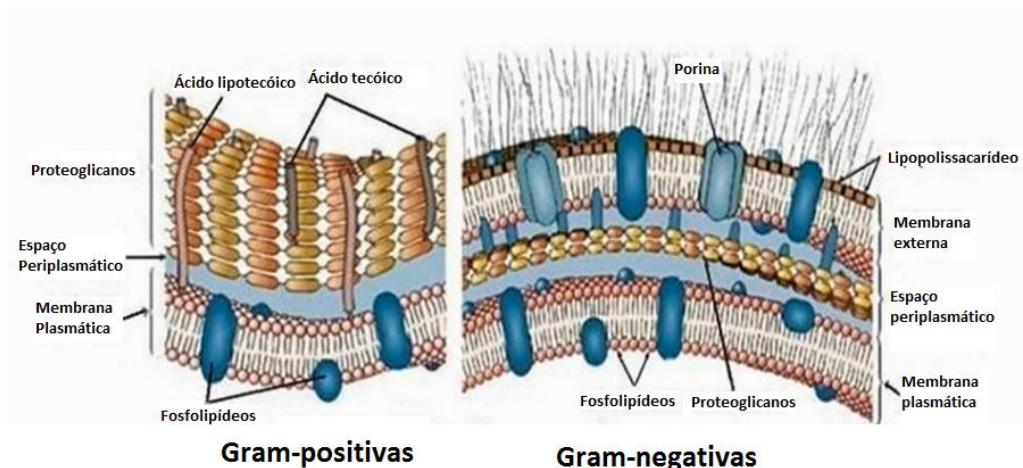
O modo de ação destes aditivos está relacionado a alteração no balanço quimiostático entre o meio interno e externo da célula, ou seja, desregulando o fluxo de cátions através da membrana celular do microrganismo, atingindo diretamente o mecanismo chamado de bomba iônica, responsável pelo equilíbrio quimiostático da célula.

O ionóforo se liga ao cátion o qual possui mais afinidade, transportando-o através da parede celular para dentro da bactéria (DEGANI; ELGAVISH, 1978; RUSSELL; STROBEL, 1989), ao mesmo tempo em que libera o cátion o ionóforo se liga a um íon presente dentro da bactéria e o carrega para fora da mesma, logo após, esta reação se reinicia, ocorrendo de maneira rápida podendo chegar a 100 eventos por segundo (PRESSMAN, 1976), a bactéria por sua vez lança estes cátions para fora novamente, por meio da bomba iônica (que utiliza ATP's para realizar o transporte entre a membrana) para manter o equilíbrio, porém a quantidade de cátions

entrando na bactéria é muito grande e isto faz com que esta esgote toda a energia (ATP's) na tentativa de manter o equilíbrio osmótico interno, tornando-a ineficiente. Neste ponto a bactéria já não é capaz de competir por alimento por não possuir energia, entrando em estado de letargia devido à falta de energia, em seguida, devido a maior concentração de cátions no seu interior do que no meio externo a água presente na luz ruminal penetra excessivamente na célula causando tumefação e conseqüentemente o rompimento da membrana da bactéria, ocasionando a morte da mesma.

A seleção das bactérias ocorre devido as diferenças nas estruturas da parede celular das bactérias Gram-negativas em relação as Gram-positivas, as bactérias Gram-negativas possuem uma segunda membrana, chamada de membrana externa, composta por proteínas, lipoproteínas e lipopolissacarídeos sendo impermeáveis a grandes partículas. Esta membrana possui porinas por toda sua extensão que formam canais hidrofílicos que medem até 600 Daltons, como os ionóforos possuem tamanho molecular acima de 500 Daltons e são hidrofóbicos, não conseguem atingir estas bactérias sendo esta membrana uma barreira para a ação dos ionóforos. Já as Gram-positivas não possuem esta membrana externa, sendo composta apenas por uma camada simples de peptidoglicanos, que é porosa, o que permite a ação dos ionóforos sobre as bactérias. A diferença entre as estruturas da membrana celular das bactérias Gram-positivas e Gram-negativas estão representadas na Figura 1.

Figura 1 – Representação esquemática da parede celular de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas



Fonte: Morais et al. (2006).

Com esta atuação somente nas bactérias Gram-positivas (produtoras de ácido acético, butírico e láctico), as bactérias Gram-negativas (produtoras de ácido propiônico) são beneficiadas, tendo menor competição pelo substrato (RANGEL et al., 2008).

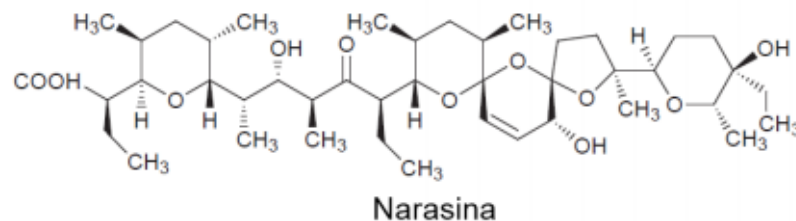
A alteração da população ruminal causada pela utilização de ionóforos na dieta de ruminantes, gera benefícios a produção animal, aumentando a proporção do ácido propiônico em relação aos demais ácidos graxos (RUSSELL, 1987), reduzindo a produção e eliminação de metano e CO₂ (RODRIGUEZ et al., 2007), que são produzidos durante a formação do ácido acético e além disto ocorre a redução na proteólise e na desaminação (MORAIS et al., 2006), o que leva a maior aproveitamento energético da dieta e diminuição das perdas, melhorando a conversão e eficiência alimentar do animal (RUSSELL; STROBEL, 1989).

Atualmente, a utilização dos ionóforos é feita pelos pesquisadores em dietas ricas em concentrado, com o intuito de garantir as condições ruminais adequadas, evitando distúrbios metabólicos e promovendo melhora na eficiência alimentar, aumento no ganho de peso e produtividade (FERREIRA et al., 2011; GASTALDELLO Jr. et al., 2010; POLIZEL et al., 2016c).

1.4 NARASINA

A Narasina, poliéter produzido pela Bactéria *Streptomyces aureofaciens*, com fórmula molecular C₄₃H₇₂O₁₁ (Figura 2), é um antibiótico ionóforo com peso molecular de 765 Daltons sendo maior que outros ionóforos como a monensina que possui 671 Daltons. Esta molécula possui solubilidade em álcool, acetona, clorifórmio e acetato de etila, sendo insolúvel em água (BERG; HAMILL, 1978). Possui afinidade seletiva, sendo a afinidade por Na⁺>K⁺>Rb⁺>Cs⁺>Li⁺ (NAGARAJA et al., 1997).

Figura 2 – Estrutura química da narasina



Fonte: Elliott; Kennedy; Mccaughey, (1998).

A narasina é utilizada principalmente pela indústria avícola, como agente coccidiostático para aves (JEFFERS et al., 1988). Mas a atividade contra as bactérias Gram-positivas e fungos a tornou passiva de ensaios para avaliação de controle e modulação populacional de microrganismos no rúmen.

Berg e Hamill (1978), realizaram experimento *in vitro* e afirmaram que a narasina apresenta atividade contra bactérias Gram-positivas, bactérias anaeróbicas e fungos, o que poderia resultar em melhora do aproveitamento do alimento fornecido ao animal. Nagaraja et al. (1987), realizando trabalho *in vitro*, observaram que a narasina aumentou a concentração molar de propionato com doses menores do que a monensina e lasalocida, além disso a narasina se apresentou mais eficiente na redução da produção de ácido láctico. Sendo relatado que para estes efeitos a dose de narasina utilizada foi três vezes menor em relação aos outros dois ionóforos, sendo afirmado por Wong et al. (1977) que mesmo apresentando o mesmo mecanismo de ação entre os outros ionóforos, a narasina é cerca de três a quatro vezes mais eficaz na indução da ATPase quando comparada a monensina.

E por meio destas características únicas da narasina, ocorreu um grande interesse em utiliza-la na nutrição de ruminantes, com o intuito de modular e controlar a microbiota ruminal, alterando assim os parâmetros de fermentação e consequentemente a eficiência alimentar dos animais.

As pesquisas utilizando a narasina como aditivo alimentar para ruminantes ainda são muito restritas, havendo poucas informações na literatura. Atualmente estão sendo realizados vários estudos pela equipe do Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA), da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, objetivando avaliar a utilização na alimentação de ovinos e bovinos.

Gobato et al. (2017), utilizaram novilhas nelore e avaliaram o efeito da adição de narasina na mistura mineral sobre o desempenho destes animais, observaram redução na conversão alimentar de 25,26%, aumento de 19,75% no GMD, diminuindo assim 25,26% a conversão alimentar em novilhas alimentadas com dietas contendo alto teor de concentrado com administração de narasina via mistura mineral (1300 mg de narasina/kg de mistura mineral) quando comparado com os animais do tratamento controle. Da mesma forma, Polizel et al. (2016c) avaliaram a utilização de narasina no desempenho de cordeiros, utilizando teores crescentes de narasina (5, 10 e 15 mg/kg de MS), controle (sem ionóforo) e 25 mg de monensina/kg de MS em dietas para cordeiros contendo elevado teor de concentrado. Os autores constataram que a inclusão de narasina aumentou linearmente o peso final e a eficiência alimentar dos animais, sendo assim os animais alimentados com narasina foram os que apresentaram maior peso final em relação a dieta controle e também aos animais alimentados com dieta contendo monensina.

Polizel et al. (2016a) avaliaram os parâmetros de fermentação ruminal de borregos alimentados com dietas com elevado teor de forragem com teores de narasina (0, 8, 16, 24 e 32 mg/kg de

MS) e observaram que ocorreu aumento linear da concentração total de AGCC com a inclusão das doses de narasina, não afetando o CMS. Concluindo que a utilização da narasina aumentou a eficiência energética dos alimentos fornecidos.

Mostrando assim resultados promissores e de extrema importância na dieta de ruminantes e a necessidade de mais estudos sobre a utilização desta molécula e seus efeitos no desempenho dos animais.

1.5 NARASINA NA PRODUÇÃO DE LEITE

A utilização de ionóforos na dieta de rebanhos leiteiros visa modular o consumo de matéria seca e principalmente aumentar a eficiência da produção de leite (MACHADO et al., 2011), além de diminuir a ocorrência de desordens metabólicas (BORGES, 2006).

As alterações na fermentação ruminal devido a utilização de ionóforos proporcionam aumento na disponibilidade de propionato, o que resulta em maior quantidade de energia disponível ao animal, aumentando assim a gliconeogênese hepática, contribuindo consequentemente com maior produção de leite do animal (OBA; ALLEN, 2003; DUFFIELD et al., 2008). Porém, além deste aumento na produção de leite a utilização de ionóforos na dieta de animais lactantes levam a redução na concentração de gordura do leite, (DUFFIELD, 2003) devido ao efeito do antibiótico sobre as bactérias Gram-positivas acarretando em diminuição da produção de acetato, principal ácido graxo precursor da gordura do leite (FELLNER, 1997).

O grupo de estudos do Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal do Departamento de Zootecnia da Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – ESALQ/USP, realizou dois experimentos utilizando a narasina como aditivo nutricional para ovelhas em lactação, sendo estes os únicos experimentos realizados com esta categoria. Em ambos os experimentos, as ovelhas foram alimentadas com dieta base contendo 50% volumoso (Feno de “coastcross”) e 50% concentrado. O concentrado da dieta de Martins et al. (2018) continha: Milho moído (23%), casca de soja (23%), farelo de soja (2%), ureia (0,5%), mistura mineral (1%) e calcário (0,5%). Já o concentrado de Sardinha et al. (2018) continha: farelo de soja (8,6%), milho moído (18,2%), polpa cítrica (18,2), óleo de soja (3,0%), uréia (0,5%) e mistura mineral (1,5%). Ambos foram definidos pela ausência (N0) ou inclusão de 13 mg de narasina/kg de MS (N13).

Assim sendo, Martins et al. (2018), observaram que a inclusão de narasina na dieta das ovelhas não afetou o CMS, porém proporcionou aumento de 22,2% na produção de leite (N0: 153,69; N13: 187,83 g/3h). Além disso, a narasina promoveu redução na concentração de

proteína (N0: 5,41%; N13: 5,07%), mas não teve efeito sobre a concentração de gordura, lactose e sólidos totais do leite. Da mesma forma, 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 (13N) em comparação as ovelhas que receberam a dieta controle (0N), porém estes dados ainda não foram publicados.

Embora a narasina se apresente como ionóforo que possui capacidade de aumentar a produção de leite de ovelhas, segundo os dados obtidos pelo grupo LNRA (MARTINS et al., 2018; SARDINHA et al, 2018), ainda são pequenas as informações a respeito da utilização desta molécula na produção de leite de ovelhas, sendo encontrados na literatura poucos ou quase nenhum resultado a respeito da composição do leite e parâmetros sanguíneos de ovelhas. Além de não existir referências a respeito do desempenho de cordeiros oriundos de ovelhas alimentadas com dietas contendo narasina.

REFERÊNCIAS

- BEAUCHEMIN, K. A.; KREUZER, M.; O'MARA, F.; MCALLISTER, T. A. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, p.21-27, 2008.
- BERCHIELLI, T. T.; BERTIPAGLIA, L. M. A. Utilização de aditivos na produção de bovinos de corte. **In: PIRES, A. V. (Ed). Bovinocultura de Corte. Piracicaba: FEALQ, v.1, p. 295-330,2010.**
- BERGEN, W. G., BATES, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v. 58, p. 1465-1483, 1984.
- BERG, D. H.; HAMILL, R. L. The isolation and characterization of narasin, a new polyether antibiotic. **The jornal os Antibiotics**, v. 31, p. 1-6, 1978.
- BERTIPAGLIA, L. M. A. Suplementação protéica associada a monensina sódica e *Saccharomyces cerevisiae* na dieta de novilhas mantidas em pastagens de capim-marandu. **Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pósgraduação em Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” 2008. 102p.**
- BORGES, L. F. de O. Efeito da terramicina ou Monesina sódica sobre a fermentação ruminal e a digestão total em bovinos. 2006. 103 f. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.**
- BURRIN, D.; BRITTON, R. Response to monensin in cattle during subacute acidosis. **Journal of Animal Science**, v.63, p.888-893, 1986.
- CAVALCANTI, C.; FURTADO, A.; STAHEL, A.; RIBEIRO, A.; MENDES, A.; SEKIGUCHI, C.; POSEY, D.; BRÜSEKE, F.; ROHDE, G.; MAMMANA, G.; LEIS, H.; ACSELRAD, H. **DESENVOLVIMENTO E NATUREZA: Estudos para uma sociedade sustentável.** INPSO/FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, Ministerio de Educacao, Governo Federal, Recife, Brasil. 1994. p. 262. Disponível em: <<http://168.96.200.17/ar/libros/brasil/pesqui/cavalcanti.rtf>>. Acesso em: Agosto de 2018.
- CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY – CIA. The world factbook. 2017. Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2066.html>>. Acesso em: Agosto de 2018.
- CHOW, J. M.; VAN KESSEL, J. A. S.; RUSSELL, J. B. Binding of radiolabeled monensin and lasalocid to ruminal microorganisms and feed. **Journal of Animal Science.**, v.72, p.1630-1635, 1994.

DEGANI, H.; ELGAVISH, G. A. FEBS Letters.1978, 90p. In: LASZLO, P. **NMR of Newly Accessible Nuclei**: Chemical and biochemical applications, V. 1, 1983.

DUFFIELD, T. F.; RABIEE, A. R.; KELTON, D.; DICK, P.; WILSON, J. A field study of dietary interaction with monensin on milk fat percentage in lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 4161-4166, 2003.

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, 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.

ELLIOTT, C. T.; KENNEDY, D. G.; MCCAUGHEY, W. J. **Critical Review. Methods for the detection of polyether ionophore residues in poultry**. Analyst, p.45-56, 1998.

ELLIS, J. L.; DIJKSTRA, J.; KEABREAB, E.; BANNINK, A.; ODONGO, N. E.; MCBRIDE, B. W.; FRANCE, J. Aspects of rumen microbiology central to mechanistic modeling of methane production in cattle. **Journal of Agriculture Science**, v. 145, p. 409-417, 2008.

ELLIS, J. L.; DIJKSTRA, J.; BANNINK, A.; KEABREAB, E.; HOOK, S.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**, 90:2717-2726, 2012.

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.

FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; GENTIL, R. S.; ARAUJO, R. C.; AMARAL, R. C.; LOERCH, S. C. Growth, feed intake, carcass characteristics, and eating behaviour of feedlot lambs fed high-concentrate diets containing soybean hulls. **Journal of Animal Science**, v.89, p.4120-4126, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAO 2015 publications**. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5056e.pdf>>. Acesso em: Agosto de 2018.

GASTALDELLO JUNIOR, A. L.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; FERREIRA, E. M.; MOURÃO, G. B. Desempenho e características da carcaça de cordeiros confinados com rações de alta proporção de concentrado contendo monensina sódica, bicarbonato de sódio e fontes de calcário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 556-562, 2010.

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. Effect of narasin addition in mineral mixture on gain and intake of feedlot Nellore heifers. **Journal of Animal Science**, (Suppl 4), v.9,5p.266. 2017.

GOES, R. H. T. B. Aditivos de alimento para bovinos suplementados no pasto. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecia**, n. 43, p. 34-45, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267510714_Potencialidades_e_limitacoes_da_utilizacao_de_aditivos_na_producao_de_bovinos_de_corte>. Acesso em: Agosto de 2018.

GOLDER, H. M.; LEAN, I. J. A meta-analysis of lasalocid effects on rumen measures, beef and dairy performance, and carcass traits in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 306-326, 2016.

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

HENDERSON, C.; STEWART, C. S.; NEKREP, F. V. The effect of monensina on pure and mixed culture of rumen bacteria. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 51, p. 159-169, 1981.

JEFFERS, T. K.; TONKINSON, L. V.; CALLENDER, M. E.; SCHLEGEL, B. F.; REID, W. M. Anticoccidial efficacy of narasin in floor pen trials. **Poultry Science**, v. 67, p. 1050-1057, 1988.

MACHADO, F. S.; PEREIRA, L. G. R; GUIMARÃES JR., R.; LOPES, F. C. F.; CHAVES, A. V.; CAMPOS, M. M.; MORENZ, M. J. M.; Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 2011, 92 p.

MARTINS, A. S.; POLIZEL, D. M.; FERRAZ JÚNIOR, M. V. C.; MISZURA, A. A.; BERTOLONI, A. V.; BARROSO, J. P. R.; GOBATO, L. G. M.; OLIVEIRA, G. B.; PIRES, A. V.; Narasin improves milk production of ewes. **Journal of Animal Science**, supplement, 2018.

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, Supplement, p. 194-203, 2001.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Aditivos melhoradores de desempenho e anticoccidianos registrado na CPAA/DEIP. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumospecuarios/alimentacao-animal/aditivos>>. Acesso em: Agosto de 2018.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 539-563, 2006.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T. Aditivos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal, pag 566-567. 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** 65: 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.

NAGARAJA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; Van NEVEL, C.J. *et al.* Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds.). *The rumen microbial ecosystem*. 2.ed. London: Blackie Academic & Professional, p.523-632, 1997.

NICODEMO, M. L. F. Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte. Campo Grande: **Embrapa Gado de Corte**, 2002 (CNPGC. Documentos, 106). Disponível em: <<http://www.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc106/>> Acesso em: Agosto de 2018.

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.

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.

PEREZ, J. R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; DÜRR, J.W.; FONTANELI, R.S. (ed.) **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, p. 30-45, 2001.

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

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

RANGEL, A. H. N. et al. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.2, p.174-182, 2008.

ROCHA JÚNIOR, V. R.; MAIA, T. L.; CALDEIRA, L. A. Maximização do sistema ruminal. In: 6º Encontro de Zootecnistas no Norte de Minas. Montes Claros. **Anais...** p. 109-134, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267510714_Potencialidades_e_limitacoes_da_utilizacao_de_aditivos_na_producao_de_bovinos_de_corte> Acesso em: Agosto de 2018.

RODRIGUEZ, N. M; CAMPOS, W. E. Manipulação ruminal para redução da emissão de metano. In: Simpósio Nacional sobre Produção Animal e Ambiente, 1, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, p. 1- 28, 2007.

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 Animal Science**, v. 64, p. 1507-1519, 1987.

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

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. **Journal of Animal Science**, v.96, p. 475-476. 2018.

SPISSO, B. F. **Inocuidade de alimentos de origem animal: determinação de resíduos de ionóforos poliéteres, macrolídeos e lincosamidas em ovos e de tetraciclina em leite por clae-em/em**. Tese (Doutorado em Vigilância Sanitária) – Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2010, 132p.

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

UNITED NATIONS - UN. World population prospects: The 2015 revision. **Department of Economic and Social Affairs**, Population Division (2015). Disponível em: <<https://population.un.org/wpp/>> Acesso em: agosto de 2018.

VAN DER WERF, J. H. J.; JONKER, L. J.; OLDENBROEK, J. K. Effect of monensin on milk production by Holstein and Kersey cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p.427-433, 1998.

VAN NEVEL, C. J; DEMEYER, D. I.; Feed additives and other interventions for decreasing methane emissions. **Biotechnology in Animal Feeds and Animal feeding**, eds. R.j. Wallace and A. Chesson, VCH, Weinheim, Germany, p. 329-349, 1995.

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

CAPÍTULO 2. UTILIZAÇÃO DE NARASINA EM DIETAS PARA OVELHAS: PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE E DESEMPENHO DAS CRIAS

2.1 INTRODUÇÃO

Os ionóforos são moléculas de baixo peso molecular variando do 500 a 2000 Daltons, produzidos principalmente por meio da fermentação de bactérias do gênero *Streptomyces* (NAGARAJA, 1995). Substâncias definidas como ionóforos interagem passivamente com íons e cátions, servindo, assim, como veículo de transporte para estes entre as membranas. A utilização dos ionóforos na nutrição de ruminantes tem grande importância devido a sua função de modulação da fermentação ruminal, agindo no sentido de modificar a população microbiana, selecionando as bactérias benéficas. Esta seleção se deve as diferenças das estruturas da parede celular das bactérias Gram-negativas em relação as Gram-positivas. As bactérias Gram-negativas possuem uma membrana externa, composta por proteínas, lipoproteínas e lipopolissacarídeos. Esta membrana possui porinas que formam canais hidrofílicos que medem até 600 Daltons, o que impede a passagem dos ionóforos. Já as Gram-positivas não possuem esta membrana externa, sendo susceptível a ação do ionóforo (PRESSMAN, 1976).

Com esta atuação somente nas bactérias Gram-positivas (produtoras de ácido acético, butírico e láctico), as bactérias Gram-negativas (produtoras de ácido propiônico) são beneficiadas, tendo menor competição pelo substrato (RANGEL et al., 2008), esta alteração da população ruminal, gera benefícios a produção animal, aumentando a proporção do ácido propiônico em relação aos demais ácidos graxos (RUSSELL, 1987), reduz a produção de H⁺ (precursor do metano) (RODRIGUEZ et al. 2007) levando a um maior aproveitamento energético da dieta (RUSSELL; STROBEL, 1989).

Contudo, vale destacar que classicamente os ionóforos tem sido utilizados em dietas com alto teor de concentrado, tendo baixa adoção pelos produtores brasileiros nos sistemas de produção a pasto ou em confinamento com dietas ricas em volumoso. Com isso, existe grande demanda no mercado por aditivos que aumentem a eficiência produtiva de animais mantidos a pasto ou que recebam dietas com maiores inclusões de volumoso, como é o caso dos sistemas de produção de leite, cuja dieta contém normalmente de 40 a 50% de volumoso.

Em 2015, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento do Brasil aprovou o uso da molécula narasina como aditivo alimentar para ruminantes (MAPA, 2015). Sendo que, a maior parte dos estudos utilizados para dar sustentação científica para aprovação do uso foi

realizado pela equipe do Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA) – ESALQ/USP (POLIZEL et al., 2016a; POLIZEL et al., 2016b; POLIZEL et al., 2016c; POLIZEL et al., 2016d; GOBATO, 2017).

A grande maioria dos estudos realizados pelo grupo LNRA foram com dietas contendo acima de 90% de forragem. Recentemente foram realizados dois experimentos utilizando dose fixa de 13 ppm narasina em dietas para ovelhas em lactação contendo 50% de volumoso (feno de Coastcross), como resultado, observou-se aumento médio de 22,2% (MARTINS, et al., 2018) e 24,5% (SARDINHA et al., 2018) na produção de leite. Entretanto, em dietas para animais em lactação não existe definição na literatura sobre a concentração ideal de narasina a ser utilizada.

Assim, a presente proposta de estudo teve como objetivo estudar o efeito do fornecimento de teores crescentes de narasina para ovelhas em lactação sobre a produção e composição do leite e desempenho das crias. A partir dos resultados, definir a concentração ideal de narasina a ser utilizada em dietas para ovelhas em lactação.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local do experimento

Este estudo foi conduzido entre os meses de junho a setembro de 2018, 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 (22° 42' 24'' S e 47° 37' 53'' O), Brasil.

2.2.2 Animais e instalações experimentais

Quarenta ovelhas mestiças (Dorper x Santa Inês) na segunda semana de lactação ($14 \pm 4,5d$), juntamente com sua(s) cria(s), foram alojadas em baias cobertas (1 ovelha/baia) com piso de concreto e dimensões de 1,3 m x 3,5 m, contendo cocho para fornecimento de ração, cocho para fornecimento de sal, bebedouro e alimentadores privativos para os cordeiros. Trinta e seis ovelhas foram de parto simples e quatro ovelhas de parto duplo, totalizando 44 cordeiros. No dia do parto, as ovelhas foram everminadas com moxidectin 1,0% (Cydetin, Fort Dodge Saúde Animal, Campinas, São Paulo, Brasil) na dosagem de 1 mL/50 kg de peso corporal (PC) e monepantel 2,5 mg (Zolvix, Novartis Saúde Animal, Baurueri, São Paulo, Brasil) na dosagem de 1mL/10 kg de peso corporal e os cordeiros pesados e identificados.

2.2.3 Delineamento experimental e tratamentos

As ovelhas foram distribuídas em delineamento experimental de blocos completos casualizados, com 4 tratamentos e 10 repetições. Os blocos foram definidos de acordo com a data de parição, tipo de parto (simples ou duplo), sexo das crias, peso e escore de condição corporal das ovelhas.

Os tratamentos experimentais foram definidos pela adição de teores crescentes de narasina a uma dieta base, contendo 50% de concentrado e 50% de volumoso (feno de *Brachiaria brizantha*), como segue: 0N – dieta base, sem adição de narasina; 13N – adição de 13 mg de narasina/kg de MS; 20N – adição de 20 mg de narasina/kg de MS; 27N – adição de 27 mg de narasina/kg de MS. As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do National Research Council - NRC (2007). 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, (g/kg de MS)

Ingredientes	Dietas ¹			
	0N	13N	20N	27N
Feno de <i>Brachiaria brizantha</i>	500	500	500	500
Milho	374	374	374	374
Farelo de Soja	106	106	106	106
Ureia	5	05	5	05
Mistura mineral ²	15	15	15	15
Narasina mg/kg de MS	0	13	20	27
Composição química (%)				
Matéria seca (% da MO) ³	89,7	89,8	89,6	89,7
Matéria orgânica	94,4	94,6	94,5	94,4
Proteína bruta	16,5	17,2	17,0	16,5
Fibra insolúvel em detergente neutro	40,5	40,3	40,6	40,4
Fibra insolúvel em detergente ácido	18,2	18,0	18,4	18,1
Extrato etéreo	1,8	1,8	1,7	1,8
Cinzas	5,6	5,4	5,5	5,6
Carboidratos não fibrosos	35,6	35,3	35,2	35,7

Fonte: O Autor.

¹0N – dieta base, sem adição de narasina; 13N – adição de 13 mg de narasina/kg de MS; 20N – adição de 20 mg de narasina/kg de MS; 27N – adição de 27 mg de narasina/kg de MS.

²Composição: 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.³ % MO – Porcentagem da Matéria original.

2.2.4 Manejo alimentar e colheita de dados

Ao entrarem no experimento, todas as ovelhas foram alimentadas com a dieta controle durante uma semana. Este período serviu para adaptação dos animais à dieta base e às instalações experimentais. Em seguida, iniciou-se o período experimental, de 56 dias de lactação, perfazendo 8 semanas de colheita de dados, em que as ovelhas permaneceram nas baias da segunda à décima semana de lactação, quando ocorreu o desmame.

Todos os ingredientes concentrados das dietas (Tabela 1) foram misturados utilizando-se um misturador horizontal com capacidade para 500 kg (Lucato®, Limeira, Brasil). O feno de *Brachiaria brizantha* foi picado em peneira com crivo de 10 mm e misturado aos demais ingredientes apenas na hora do fornecimento. Os ingredientes concentrados e o feno foram pesados em balança eletrônica de precisão de 1 g (Marte®, LC 100, São Paulo, Brasil) e ofertadas diariamente na forma de dieta total. Os animais tiveram acesso *ad libitum* à dieta e água fresca. A quantidade de ração ofertada foi definida com base na leitura de cocho realizada antes do fornecimento.

Uma vez por semana as sobras de cada unidade experimental foram pesadas e devolvidas aos respectivos cochos. Na última semana de lactação (d 56), após a pesagem, as sobras foram amostradas, compostas por tratamento (10%) e armazenadas a -20 °C para posterior análise. A cada partida de ração e moagem do feno, uma amostra foi colhida e armazenada a -20 °C para posterior análise. Todas as ovelhas foram pesadas, por três dias consecutivos, no período da manhã, na segunda (início do experimento) e décima semana de lactação (final do experimento) para cálculo da variação de peso corporal. Também foi realizada a avaliação do escore de condição corporal, classificando as ovelhas com notas 1 (muito magra) a 5 (obesas), com incremento de 0,25 (RUSSEL, 1984).

Para mensuração da produção de leite, uma vez por semana as ovelhas foram separadas de suas crias e ordenhadas mecanicamente (Alfa Laval, modelo GL300, Piracicaba, SP, Brasil) duas vezes consecutivas, sendo às 10 e às 13 horas. A ejeção do leite foi estimulada pela aplicação intravenosa de 6 unidades internacionais (UI) de ocitocina (Univet, São Paulo, Brasil). A primeira ordenha servia para esvaziar o úbere das ovelhas, e o leite obtido era descartado. Após 3 horas e nova aplicação de ocitocina, as ovelhas eram ordenhadas pela segunda vez. Na segunda ordenha o leite de cada animal foi pesado para quantificação da produção no intervalo de 3 horas e amostrado (20 mL de leite por ovelha) (SUSIN et al., 1995; FERREIRA et al., 2014; POLIZEL et al., 2017; FERREIRA et al., 2018; PARENTE et al., 2018). O leite amostrado foi conservado em bronopol Broad Spectrum Microtabs® II (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol, D & F Control Systems®, Inc., Dublin, CA) e posteriormente analisado para determinação de proteína, gordura, lactose, sólidos totais e contagem de células somáticas no Laboratório de Análise de Leite, da Clínica do Leite, do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP.

A eficiência alimentar (EA) foi calculada com base no CMSd e a produção de leite em 3 horas.

Os cordeiros receberam concentrado inicial a partir da segunda semana de vida. O concentrado inicial era composto por: 57,0% de milho; 25,0% de farelo de soja; 1,5% de calcário; 1,5% de misturara mineral; 5,0% de melaço de cana-de-açúcar e 10% de leite em pó. A composição química (% MS) do concentrado inicial apresentou: 89,3% de MS; 21,2% de PB; 8,9% de FDN, 2,7% de FDA e 5,4% de Cinzas. O concentrado inicial foi oferecido diariamente (*ad libitum*) em alimentador privativo permitindo acesso apenas dos cordeiros. Para não terem acesso ao cocho das ovelhas, os cordeiros foram presos em sistema de coleira e corda ao alimentador privativo (creep-feeding), o comprimento da corda permitia livre acesso à baia,

à água e à ovelha (FERREIRA et al., 2014; POLIZEL et al., 2017; FERREIRA et al., 2018; PARENTE et al., 2018).

Os cordeiros foram pesados semanalmente após jejum alimentar de 5 horas, no dia da pesagem, as sobras de ração inicial foram quantificadas para determinação do CMS pelos cordeiros.

2.2.5 Análises laboratoriais e cálculos

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 concentração de N total foi determinada através da combustão da amostra utilizando um 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. 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 um 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 um aparelho Ankom A2000 (ANKOM Tech Corp., Macedon, NY). O extrato etéreo foi definido por meio do aparelho Ankon XT15 extractor (ANKOM Tech Corp., Macedon, NY).

As amostras de leite previamente conservadas em bronopol foram analisadas para quantificação de proteína, gordura, lactose e sólidos totais por infravermelho com um instrumento Bentley 2000 (Bentley Instruments, Chaska, MN; AOAC, 1990). A contagem de células somáticas (CCS) foi realizada por citometria de fluxo com um instrumento Somacount 300 (Bentley Instruments; 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

2.2.6 Análise estatística

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

Para as variáveis analisadas como medida repetida no tempo foi utilizado o seguinte modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + D_i + B_j + E_{ij} + S_k + (DS)_{ik} + (BS)_{jk} + E_{ijk}$, sendo μ = média geral; D_i = efeito fixo da dieta experimental; B_j = efeito aleatório de bloco; E_{ij} = erro residual A; S_k = efeito fixo de semana; $(DS)_{ik}$ = efeito fixo da interação entre dieta experimental e semana; $(BS)_{jk}$ = efeito aleatório da interação entre bloco e semana e E_{ijk} = erro residual 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).

Para as demais variáveis foi empregado o modelo: $Y_{ij} = \mu + D_i + B_j + E_{ij}$, em que, μ = média geral; D_i = efeito fixo da dieta experimental; B_j = efeito aleatório de bloco; E_{ij} = erro residual. A análise estatística do peso dos cordeiros na semana 2 foi utilizada como covariável.

Para todas as variáveis respostas as médias foram obtidas através do comando LSMEANS. Foram utilizados os polinômios ortogonais linear e quadrático para comparação dos teores de narasina. O efeito de semana e interação entre dieta experimental e semana foi definida com base no teste F da análise de variância.

Em todas as variáveis, os efeitos foram declarados significativos quando $P < 0,05$.

2.3 RESULTADOS

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) entre as dietas e as semanas experimentais para nenhuma das variáveis analisadas, desta forma, serão apresentados apenas os efeitos dos fatores principais.

2.3.1 Peso corporal, consumo de matéria seca, produção e composição do leite e eficiência alimentar das ovelhas

A inclusão dos teores crescentes de narasina nas dietas não afetou a variação de peso corporal das ovelhas ao longo do período experimental (Tabela 2). Os animais de todos os tratamentos apresentaram variação positiva no peso, o que indica que não houve restrição nutricional para produção de leite.

Para o CMS (kg/d) verificou-se efeito quadrático dos tratamentos ($P=0,02$) e efeito das semanas experimentais ($P<0,01$). Entretanto, quando o CMS foi expresso em relação ao peso corporal (% do PC e g/kg de $PC^{0,75}$) não houve efeito dos tratamentos (Tabela 2). Para o consumo de PB verificou-se efeito quadrático ($P<0,01$) dos teores crescentes de fornecimento de narasina, cujo maior consumo foi apresentado pelas ovelhas do tratamento 13N. Os consumos de FDN e MM apresentaram redução linear com a inclusão de narasina nas dietas ($P=0,04$ e $P<0,01$, respectivamente).

Tabela 2 – Peso corporal, consumo de matéria seca, produção de leite e eficiência alimentar de ovelhas alimentadas com dietas contendo teores crescentes de narasina

Item ⁴	Dietas ¹				EPM ²	Valor de P ³			
	0N	13N	20N	27N		L	Q	S	T×S
Peso corporal, kg									
Inicial	54,03	55,18	53,09	55,13	1,68	0,86	0,91	-	-
Final	58,66	58,98	57,10	58,03	1,97	0,68	0,99	-	-
Variação	2,19	2,58	4,74	2,96	1,15	0,31	0,51	-	-
Consumo, kg/d									
MS, kg/dia	2,417	2,491	2,334	2,078	0,11	0,01	0,02	<0,01	0,65
% do PC	4,17	4,18	4,68	4,02	0,30	0,90	0,38	<0,01	0,54
g/ kg de PC ^{0,75}	114,23	115,44	123,15	107,64	5,94	0,76	0,22	<0,01	0,52
PB	0,395	0,443	0,414	0,356	0,02	0,12	<0,01	<0,01	0,57
FDN	0,921	0,956	0,891	0,804	0,04	0,04	0,05	<0,01	0,52
FDA	0,405	0,423	0,393	0,357	0,02	0,05	0,05	<0,01	0,46
MM	0,135	0,132	0,125	0,115	0,01	<0,01	0,21	<0,01	0,53
Produção, g/3h									
Leite	186,37	194,91	194,01	164,49	9,72	0,15	0,03	<0,01	0,49
LCG	230,0	231,96	244,38	216,48	14,42	0,70	0,33	<0,01	0,10
LCGP	223,63	222,50	232,49	206,51	13,05	0,49	0,34	<0,01	0,12
EA									
EA, PL	0,080	0,079	0,088	0,075	0,005	0,90	0,24	<0,01	0,91
EA, PLCG	0,095	0,098	0,114	0,099	0,008	0,36	0,42	<0,01	0,33
EA, PLCGP	0,091	0,094	0,108	0,095	0,007	0,41	0,41	<0,01	0,36

Fonte: O Autor.

¹0N = dieta base, sem adição de narasina; 13N: inclusão de 13 mg de narasina/kg de MS; 20N: inclusão de 20 mg de narasina/kg de MS; 27N: inclusão de 27 mg de narasina/kg de MS. ²EPM = erro padrão da média;

³L = efeito linear; Q = efeito quadrático; S = efeito de semana; T×S = efeito da interação entre tratamento e semana;

⁴MS = Matéria seca; %PC = Consumo de matéria seca por porcentagem de peso corporal; g / kg de PC^{0,75} = Consumo de matéria seca por kg de peso metabólico; LCG = Produção de leite corrigida para 6,5% de gordura de acordo com Pulina e Nudda (2004); LCGP = Produção de leite corrigida para 6,5 de gordura e 5,8% de proteína de acordo com Pulina e Nudda (2004); EA = Eficiência alimentar; EA, PL = Eficiência alimentar calculada por meio da produção de leite; EA, PLCG = Eficiência alimentar calculada por meio da produção de leite corrigido para gordura; EA, PLCGP = Eficiência alimentar calculada por meio da produção de leite corrigido para e proteína.

Houve efeito quadrático ($P=0,03$) dos teores crescentes de narasina sobre a produção de leite, em que os animais alimentados com a dieta contendo 13 mg de narasina/kg de MS apresentaram a maior produção (194,9 g/ 3horas). Adicionalmente, observou-se efeito de semana para produção de leite ($P<0,01$), sendo que para as ovelhas do tratamento controle (0N) o pico de lactação foi na 5ª semana de lactação. As ovelhas que receberam as dietas contendo narasina apresentaram maior persistência de lactação, sendo observado pico de produção na 7ª semana pós-parto para as ovelhas da dieta 13N e na 6ª semana para as ovelhas alimentadas com as dietas contendo 20 e 27 mg de narasina/kg de MS (Figura 3). Entretanto, vale ressaltar que quando a produção de leite foi corrigida para gordura e proteína não houve diferença entre os tratamentos. Assim como não houve efeito dos tratamentos sobre a eficiência alimentar das ovelhas (Tabela 2).

Para os dados de composição do leite, houve decréscimo linear na % de proteína do leite ($P=0,01$), ESD ($P=0,03$) e contagem de células somáticas ($P=0,04$) em resposta a inclusão de narasina nas dietas. Os demais componentes do leite não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 3).

O fornecimento de narasina afetou de forma quadrática a produção de proteína e de ESD do leite, em que as maiores produções de proteína foram observadas para as ovelhas alimentadas com a dieta sem adição de narasina ($P=0,04$) e as maiores produções de ESD para as ovelhas que receberam a dieta contendo 13 mg/kg de MS de narasina ($P=0,03$). Os teores de gordura, lactose e sólidos totais não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição e produção dos componentes do leite de ovelhas alimentadas com dietas contendo teores crescentes de narasina

Item ⁴	Dietas ¹				EPM ²	Valor de P ³			
	0N	13N	20N	27N		L	Q	S	T×S
Composição, %									
Gordura	9,61	8,58	9,12	9,02	0,44	0,43	0,27	<0,01	0,70
Proteína	5,31	5,13	4,94	5,00	0,11	0,01	0,46	<0,01	0,90
Lactose	4,84	4,95	4,86	4,92	0,06	0,43	0,63	<0,01	0,33
Sólidos totais	20,86	19,71	19,95	19,80	0,48	0,14	0,35	0,01	0,63
ESD	11,22	11,15	10,84	10,98	0,11	0,03	0,70	<0,01	0,93
NU	27,26	28,38	27,64	28,19	0,65	0,38	0,60	<0,01	0,17
CCS(x10 ³ /mL)	3210,11	2835,74	1936,10	1243,06	683,69	0,04	0,54	0,69	0,37
Produção, g/3h									
Gordura	16,83	16,35	17,65	16,18	1,24	0,91	0,79	<0,01	0,22
Proteína	9,86	9,76	9,52	8,29	0,35	<0,01	0,04	<0,01	0,61
Lactose	9,08	9,56	9,52	8,36	0,55	0,47	0,12	<0,01	0,61
Sólidos totais	37,93	37,39	38,46	34,41	1,92	0,27	0,34	<0,01	0,17
ESD	20,73	21,45	21,18	18,28	0,98	0,08	0,03	<0,01	0,61

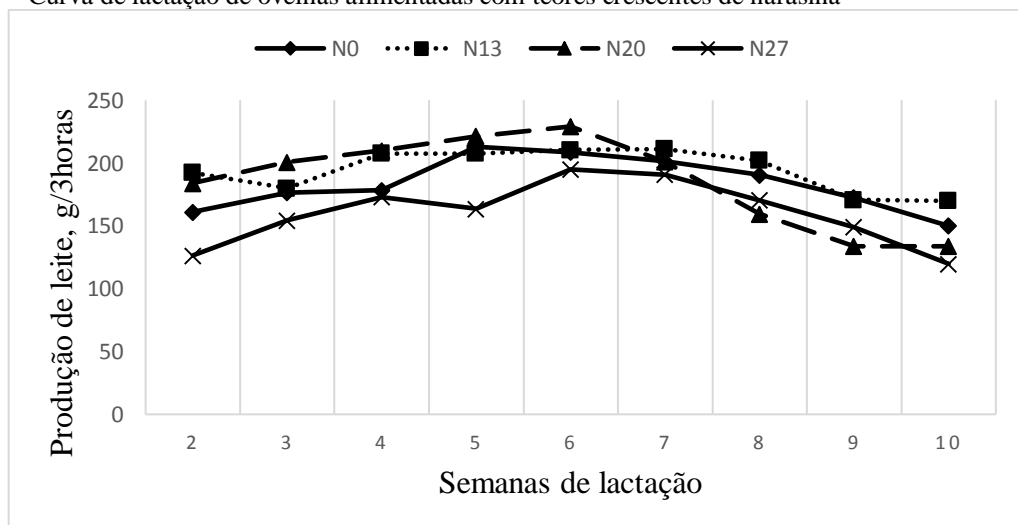
Fonte: O Autor.

¹0N = dieta base, sem adição de narasina; 13N: inclusão de 13 mg de narasina/kg de MS; 20N: inclusão de 20 mg de narasina/kg de MS; 27N: inclusão de 27 mg de narasina/kg de MS.

²EPM = erro padrão da média; ³L = efeito linear; Q = efeito quadrático; S = efeito de semana; T×S = efeito da interação entre tratamento e semana;

⁴ESD = extrato seco desengordurado; NU = nitrogênio ureico; CCS = Contagem de células somáticas.

Figura 3 – Curva de lactação de ovelhas alimentadas com teores crescentes de narasina



Fonte: O autor.

2.3.2 Consumo de nutrientes através do concentrado inicial, peso e ganho médio diário dos cordeiros

A inclusão de narasina na dieta das ovelhas não afetou o consumo de nutrientes pelos cordeiros (Tabela 4). Entretanto, o fornecimento de narasina diminuiu linearmente ($P < 0,01$) o GMD dos cordeiros.

Tabela 4 - Consumo de nutrientes através do concentrado inicial, peso e ganho médio diário de cordeiros filhos de ovelhas alimentadas com dietas contendo teores crescentes de narasina

Item ⁴	Dietas ¹				EPM ²	Valor de P ³			
	0N	13N	20N	27N		L	Q	S	T×S
Consumo, kg/d									
MS	0,126	0,088	0,153	0,145	0,02	0,29	0,23	<0,01	0,13
PB	0,027	0,020	0,033	0,031	0,01	0,32	0,27	<0,01	0,25
FDN	0,011	0,008	0,014	0,013	<0,01	0,27	0,30	<0,01	0,33
FDA	0,005	0,005	0,006	0,006	<0,01	0,08	0,15	<0,01	0,51
MM	0,007	0,005	0,008	0,008	<0,01	0,32	0,28	<0,01	0,21
MO	0,120	0,087	0,144	0,137	0,02	0,32	0,28	<0,01	0,25
Peso, kg									
Peso semana 3	7,90	7,90	8,20	7,90	0,29	0,78	0,68	-	-
Peso semana 10	21,13	20,71	21,12	20,36	0,86	0,50	0,78	-	-
GMD, g	269,3	259,60	264,02	228,01	16,32	<0,01	0,07	0,04	0,24

Fonte: O Autor.

¹ 0N = dieta base, sem adição de narasina; 13N: inclusão de 13 mg de narasina/kg de MS; 20N: inclusão de 20 mg de narasina/kg de MS; 27N: inclusão de 27 mg de narasina/kg de MS.

² EPM = erro padrão da média;

³ L = efeito linear; Q = efeito quadrático; S = efeito de semana; T×S = efeito da interação entre tratamento e semana;

⁴ MS= matéria seca; PB= proteína bruta; FDN= fibra detergente neutro; FDA= fibra detergente ácido; MM= matéria mineral; MO= matéria orgânica; GMD= ganho médio diário.

2.4 DISCUSSÕES

2.4.1 Peso corporal, consumo de matéria seca, produção e composição do leite e eficiência alimentar das ovelhas

Segundo o NRC (2007) uma ovelha de corte com 60 kg de PC no meio da lactação deve consumir aproximadamente 3,23% de MS em relação ao peso corporal. Os animais de todos os tratamentos apresentaram consumo superior a este valor, o que justificou a variação positiva no peso corporal das ovelhas ao longo do período de lactação.

A maioria das pesquisas realizadas com narasina demonstraram que a sua inclusão em dietas com alta proporção de volumoso não afeta o CMS (POLIZEL et al., 2016c; POLIZEL et al., 2016d; GOBATO, 2017; SARDINHA et al., 2018). Contudo, no presente estudo, o fornecimento de 13 mg/kg de MS de narasina potencializou o consumo. Em estudo realizado com cordeiros alimentados com dietas contendo alto volumoso foi observado uma tendência no aumento linear da digestibilidade da FDN em resposta ao fornecimento de teores crescentes de narasina (8, 16, 24 e 32 mg de narasina /kg de MS) (POLIZEL, et al., 2016c). Em dietas ricas em forragem, sabe-se que a capacidade máxima de consumo é definida por meio da limitação física (DETMANN et al., 2014), então uma hipótese para justificar o maior CMS pelos animais que receberam 13 mg de narasina/kg de MS seria o aumento na digestibilidade da FDN pelos animais deste tratamento.

É muito pouco provável que a narasina tenha baixa palatabilidade, tendo em vista o número considerável de trabalhos desenvolvidos recentemente em que o fornecimento de narasina para ovinos (POLIZEL et al., 2016; MARTINS et al., 2018; SARDINHA et al., 2018) ou bovinos (GOBATO, 2017) não resultou em alteração no consumo. Levando isso em conta, é possível hipotetizar que a inclusão de teores superiores a 13 mg de narasina/kg de MS pode exercer algum efeito prejudicial sobre a atividade microbiana ruminal, com reflexos negativos na digestibilidade da fibra e consequentemente no consumo. O efeito dos ionóforos sobre a diminuição na taxa de passagem ruminal de líquidos e sólidos tem sido utilizado por outros autores como justificativa para o aumento no enchimento ruminal e decréscimo no CMS (RODRIGUES, 2001).

A produção de leite das ovelhas esteve relacionada diretamente com o CMS, em que a maior produção de leite observada para o tratamento 13 pode ser atribuída ao maior CMS pelos animais deste tratamento. São escassas as informações acerca do uso de narasina em dietas para ovelhas, tendo sido realizados apenas dois trabalhos, os quais estudaram um teor fixo de

narasina (13 ppm) em comparação a um controle (sem narasina) (MARTINS et al., 2018; SARDINHA et al., 2018), em ambos os estudos a narasina aumentou a produção de leite. No estudo de Martins et al. (2018) a produção aumentou em 22,2% e no de Sardinha et al. (2018) em 24,5% em comparação a dieta controle. Devido ao fato das pesquisas anteriores terem avaliado apenas um teor de narasina (13ppm), restava a dúvida sobre qual seria o teor ideal a ser utilizado para ovelhas em lactação, tendo a presente pesquisa elucidado esta questão, reafirmando que os melhores resultados são obtidos com a inclusão de 13 mg/kg de MS de narasina.

A narasina e outros ionóforos agem diretamente nas bactérias Gram-positivas produtoras de ácido acético, butírico, láctico e hidrogênio reduzindo sua atividade, selecionando assim as bactérias Gram-negativas produtoras de ácido propiônico e succinico (MORAIS et al., 2006). Com esta modulação da população microbiana ocorre também um aumento da concentração molar de propionato no rúmen (BERGEN; BATES, 1984), principal precursor de glicose aos ruminantes em relação ao acetato, além de diminuir a produção de ácido láctico e também de hidrogênio (H⁺), principal precursor de metano (CH₄). O que pode refletir em aumento na eficiência de uso da energia dietética pelo animal, o que também pode justificar o efeito recorrente da narasina sobre a produção de leite de ovelhas em lactação (MARTINS et al. 2018; SARDINHA et al., 2018)

Em ovelhas de corte é frequente a observação de que o pico de produção de leite ocorre por volta da terceira semana pós-parto (CARDELLINO; BENSON, 2002). No presente trabalho, ficou evidente que a inclusão de narasina na dieta aumentou a persistência de lactação, deslocando o pico de produção para além da sexta semana pós-parto. Vale lembrar, que as ovelhas do tratamento 13N foram as que apresentaram maior persistência de lactação, cujo pico de produção ocorreu apenas na sétima semana pós-parto, o que é coerente com a maior produção de leite observada para os animais deste tratamento. Normalmente, dietas mais energéticas retardam o pico de lactação (ZAMBOM et al., 2005), o que pode ser um indicativo de que a narasina por meio da manipulação microbiana possa ter alterado o padrão de fermentação ruminal (MISZURA et al., 2018) e aumentado a eficiência de uso da energia dietética.

A menor porcentagem e o menor rendimento de proteína do leite resultaram do fornecimento da dieta contendo 27 mg de narasina. Martins et al. (2018) também relataram alteração na composição do leite de ovelhas em resposta ao fornecimento de narasina, estes autores observaram que a narasina (13 mg/kg de MS) reduziu o teor de proteína no leite de 5,4% para 5,1% (dieta controle). O teor de proteína do leite está diretamente relacionado ao

perfil de aminoácidos da proteína metabolizável, sendo a maior parte destes aminoácidos oriundos da proteína microbiana que chega ao intestino delgado (CHANDLER, 1989). Com isso maximizar a produção de proteína microbiana é fundamental para intensificar a síntese de proteína do leite (NRC, 2001). Sabendo que os ionóforos deprimem ou inibem o crescimento de algumas espécies de microrganismos presentes no rúmen (BERGEN; BATES, 1984; FAULKNER et al., 1985), pode-se no presente estudo explorar a hipótese de que a narasina na concentração de 27 mg/kg de MS tenha reduzido o crescimento microbiano ruminal, com reflexos negativos no rendimento de proteína metabolizável e de proteína no leite.

A narasina apresentou efeito consistente sobre a CCS das ovelhas, observando decréscimo linear em resposta ao uso do aditivo. A CCS do leite é um meio de diagnóstico da mastite subclínica, consagrada internacionalmente como a medida padrão para determinar a qualidade do leite. Em ovelhas, um leite produzido por uma glândula mamária saudável possui uma CCS de 10 a 200 x 10³ células somáticas/mL (PAAPE et al., 2001). Uma hipótese seria de que a redução da CCS com o aumento dos teores de narasina pode estar relacionado a capacidade da narasina de melhorar o sistema imune do animal. Duffield et al. (2008) em uma meta-análise sobre o impacto da monensina sobre vacas em lactação, concluíram que animais recebendo dietas com monensina mostram uma boa capacidade de absorção dos cátions bivalentes, o que, conseqüentemente, leva a uma melhor capacidade de resposta a doenças, isto se deve aos cátions serem antioxidantes essenciais que atuam em conjunto aos neutrófilos e macrófagos na defesa do organismo. Os resultados do presente indicam que a utilização de narasina na dieta possa ter melhorado a resposta imune das ovelhas, resultando na diminuição da CCS do leite.

2.4.2 Consumo de nutrientes através do concentrado inicial, peso e ganho médio diário dos cordeiros

Durante o período de lactação a nutrição do cordeiro resulta da ingestão de leite materno e do consumo de concentrado inicial. Com isso, normalmente existe uma complementaridade entre essas duas fontes nutricionais. Ou seja, quando a produção de leite aumenta o consumo de concentrado inicial diminui (ARAUJO et al., 2008), pois o cordeiro tende a apresentar preferência pelo leite. No presente experimento, a produção de leite (g/3 horas) foi superior para as ovelhas que receberam a dieta contendo 13 mg de narasina/kg de MS. Entretanto, a produção de leite corrigida para gordura e proteína não foi afetada pelos tratamentos, o que justifica a ausência de efeito dos tratamentos no CMS dos cordeiros.

Dentre todos os nutrientes exigidos para o máximo desenvolvimento de animais jovens, os aminoácidos oriundos da alimentação são os que possuem maior importância (BAGG et al., 1985), sendo o leite a principal fonte de alimento do cordeiro até 30 dias de idade (MCKUSICK et al., 2001). Portanto, o efeito negativo da narasina sobre o rendimento de proteína do leite das ovelhas (Tabela 3) pode explicar a redução no GMD dos cordeiros (Tabela 4).

2.5 CONCLUSÕES

A utilização de 13 mg de narasina/ kg de MS em dietas para ovelhas em lactação se mostrou eficaz para o aumento da produção de leite. Entretanto, não é recomendado a utilização de dietas contendo 27 mg de narasina/ kg de MS, pois este teor reduziu drasticamente o CMS e a produção de leite das ovelhas e o desempenho dos cordeiros.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, R. C.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; RODRIGUES, G. H.; PACKER, I. U.; EASTRIDGE, M. L. Milk yield, milk 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.

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

BAGG, J. G.; GRIEVE, D. G.; BURTON, J. H. Effect of protein on growth of Holstein heifer calves from 2 to 10 months. **Journal of Dairy Science**, v.68, n.11, p.2929-2939, 1985.

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

CARDELLINO, R.A.; BENSON, M.E. Lactation curves of commercial ewes rearing lambs. **Journal of Animal Science**, v.80, n.1, p.23-27, 2002.

CHANDLER, P. Achievement of optimum amino acid balance possible. **Feed-stuffs**. v.61, n.26, 1989. 14p.

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, 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.

DETMANN, E.; GIONBELLI, M. P.; HUHTANEN, P. A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. **Journal of Animal Science**, p. 4632-4641. 2014.

FAULKNER, D. B.; KLOPFENSTEIN, T. J.; TROTTER, T. N.; BRITTON, R. A. Monensin effects on digestibility, ruminal protein escape and microbial protein synthesis on high-fiber diets. **Journal of Animal Science**, v.61, p.654-660, 1985.

FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; SHINKAI, R.; RIBEIRO, G.; VAZ, C. Lamb performance, milk production and composition from ewes supplemented with soybean oil partially replaced by fish oil blend. **Livestock Science (Print)**. v.163, p51-61, 2014.

FERREIRA, E.M.; FERRAZ, M. V. C.; POLIZEL, D. M.; URANO, F.S.; SUSIN, I.; GENTIL, R. S. BIEHL, M. V.; BIAVA, J. S.; PIRES, A. V. Milk yield and composition from ewes fed with raw soybeans and their lamb's performance. **Animal feed Science and technology**. v.238, p.1-8, 2018.

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. Effect of narasin addition in mineral mixture on gain and intake of feedlot Nelore heifers. **Journal of Animal Science**, (Suppl 4), v.95, p.266. 2017.

MARTINS, A. S.; POLIZEL, D. M.; FERRAZ JÚNIOR, M. V. C.; MISZURA, A. A.; BERTOLONI, A. V.; BARROSO, J. P. R.; GOBATO, L. G. M.; OLIVEIRA, G. B.; PIRES, A. V.; Narasin improves milk production of ewes. **Journal of Animal Science**, supplement. 2018.

MCKUSICK, B. C., THOMAS, D. L., BERGERT, Y. M. Effect of Weaning System on Commercial Milk Production and Lamb Growth of East Friensian Dairy Sheep. **Journal of Dairy Science**. v.84, p.1660-1668, 2001.

MISZURA, A.; POLIZEL, D.; FERRAZ, M.; BARROSO Jr, J.; GOBATO, L.; MARTINS, A.; OLIVEIRA, G. FERREIRA, E. M., PIRES, A. V. Effects of feed additives on rumen parameters of steers fed a high-forage diet. **Journal of Animal Science**, v.96, p. 441. 2018.

MORAIS, J. A. S., BERCHIELLI, T. T., REIS, R. A. Aditivos. In BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep. p. 539-563, 2006.

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.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

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

PAAPE, MJ et al. Milk somatic cells and lactation in small ruminants. **Journal of Dairy Science**. v.84, E Suppl., p.E237-E244, 2001.

PARENTE, M. O. M.; SUSIN, I.; NOLLI. C. P.; FERREIRA, E. M.; GENTIL, R. S.; POLIZEL, D. M.; PIRES, A. V.; ALVES, S. P.; BESSA, R. J. B. Effects of supplementation with vegetables oils, including castor oil, on milk production of ewes and on growth of their lambs. **Journal of animal Science**. v.96, p.354-363, 2018.

POLIZEL, D. M.; MARQUES, S. S.; WESTPHALEN, M. F.; SANTOS, M. H.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; BIEHL, M. V.; SILVA, R. G.; SUSIN, I.; PIRES, A. V. Monensin and levels of narasin on rumen metabolism in lambs fed high-concentrate diets (Abstract). **Journal of Animal Science** (Suppl. 5), v.94, p-640, 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**, (Suppl. 5), v.94, p-639, 2016b.

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**, (Suppl. 5), v.94, p-807, 2016c.

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**, (Suppl. 5), v.94, p-808, 2016d.

POLIZEL, D. M.; SUSIN, I.; GENTIL, R. S.; FERREIRA, E. M.; DE SOUZA, R. A.; FREIRE, A. P. A.; PIRES, A. V.; FERRAZ, M. V. C.; RODRIGUES, P. H. M.; EASTRIDGE, M. L. Crude glycerin decreases nonesterified fatty acid concentration in ewes during late gestation and early lactation. **Journal of Animal Science**, v.95, p.875-883, 2017.

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.

RANGEL, A. H. N.; LEONEL, F. P.; SIMPLÍCIO, A. A.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, p. 173- 182, 2008.

RODRIGUES, P. H. M.; MATTOS, W. R. S.; MELOTTI, L.; RODRIGUES, R. R. Monensina e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções devolumoso/concentrado. **Scientia agricola** [online], v.58, n.3, p.449-455, 2001.

RODRIGUEZ, N. M; CAMPOS, W. E. Manipulação ruminal para redução da emissão de metano. In: Simpósio Nacional sobre Produção Animal e Ambiente, 1, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, p. 1- 28, 2007.

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

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

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

SAS INSTITUTE. **Sas systems for Windows**: version 9. Cary, 2002.

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.

TILMAN, D.; BALZER, C.; HILL, J.; BEFORT, B.L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v.108, p.20260–20264, 2011.

UNITED NATIONS - UN. World population prospects: The 2015 revision. **Department of Economic and Social Affairs**, Population Division (2015). Disponível em: <<https://population.un.org/wpp/>> Acesso em: 23 agosto 2018.

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 of Dairy Science**. v.74, p.3583-97, 1991.

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.