LUIZ GUILHERME MEZZENA GOBATO

**EFEITO DA NARASINA SOBRE O CONSUMO DE
SUPLEMENTOS MINERAIS E O DESEMPENHO DE BOVINOS DE
CORTE A PASTO**

Pirassununga

2017

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

LUIZ GUILHERME MEZZENA GOBATO

Efeito da narasina sobre o consumo de suplementos minerais e o desempenho de bovinos de corte a pasto

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

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires

Pirassununga

2017

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

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

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

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

T. 3579
FMVZ

Gobato, Luiz Guilherme Mezzena

Efeito da narsina sobre o consumo de suplementos minerais e o desempenho de bovinos de corte a pasto / Luiz Guilherme Mezzena Gobato. – 2017.
67 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2017.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires.

1. Ionóforo. 2. Nelore. 3. Pastejo. 4. GMD. I. Título.

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "EFEITO DA NARASINA SOBRE O CONSUMO DE SUPLEMENTOS MINERAIS E DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE À PASTO", protocolada sob o CEUA nº 4431141016, sob a responsabilidade de **Alexandre Vaz Pires** e equipe; **Luiz Guilherme Mezzena Gobato** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 15/03/2017.

We certify that the proposal "Effect of narasin in supplement intake and beef cattle performance on pasture", utilizing 150 Bovines (150 males), protocol number CEUA 4431141016, under the responsibility of **Alexandre Vaz Pires** and team; **Luiz Guilherme Mezzena Gobato** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 03/15/2017.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa**

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

Área: **Nutrição E Produção Animal**

Origem: **Amostras biológicas estocadas**

Espécie: **Bovinos**

sexo: **Machos**

idade: **450 a 600 dias**

N: **150**

Linhagem: **Nelore**

Peso: **180 a 250 kg**

Resumo: O projeto tem como objetivo avaliar o efeito da inclusão do aditivo ionóforo narasina através do fornecimento de suplemento mineral e proteinado no desempenho de bovinos de corte em fase de recria mantidos à pasto durante cinco períodos de 28 dias. Serão utilizados 150 animais em delineamento experimental de blocos completos casualizados, sendo a unidade experimental o lote de 5 animais. Os tratamentos serão: T1- Mineral Controle (fornecimento de narasina ausente), T2- Mineral + narasina (dose 13ppm), T3- Mineral + narasina (dose 20ppm), T4- Proteinado Controle (fornecimento de narasina ausente), T5- Proteinado + narasina (dose 13ppm). Será avaliado o consumo de cada suplemento pelos animais, a erraticidade de consumo através da medição de ofertas e sobras a cada dois dias e o desempenho animal através do cálculo do ganho médio diário.

Local do experimento: O experimento será conduzido na Fazenda Figueira e Estação Experimental Hildegard Georgina Von Pritzelwitz, situada no município de Londrina - PR, Brasil, com latitude 23°34'25" sul e longitude 50°58'17" oeste. O clima de Londrina, segundo a classificação de Köppen (1931), é do tipo Cfa, ou seja, clima subtropical úmido, com chuvas em todas as estações, podendo ocorrer secas no período de inverno. A temperatura média do mês mais quente é, geralmente, superior a 25,5° C e a do mês mais frio, inferior a 16,4° C. O solo da propriedade é em sua maioria do tipo [terra roxa estruturada eutrófica] ou Nitossolo.

São Paulo, 19 de julho de 2017

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

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

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: GOBATO, Luiz Guilherme Mezzena

Título: Efeito da narsina sobre o consumo de suplementos minerais e o desempenho de bovinos de corte a pasto

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

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr.

Instituição:

_____**Julgamento**_____

Prof. Dr.

Instituição:

_____**Julgamento**_____

Prof. Dr.

Instituição:

_____**Julgamento**_____

À minha amada tia,

Sandra Regina Mezzena (*In memoriam*), que me mostrou a importância de buscar nossos sonhos, vivendo a vida intensamente.

Aos meus pais e irmã,

Francisco Luís Gobato, Maria Luiza Mezzena Gobato e Mariana Luiza Mezzena Gobato, pelo amor incondicional e pelos exemplos de seres humanos.

Aos meus familiares,

Vô Guilherme, Vó Naé, tio Leonel e família, tia Kika e família, tios, tias e primos, Stéphanie, Guinho, Cláudia, Kelly, Crina, Marizete (*In memoriam*), que contribuíram diretamente em minha formação como ser humano.

Dedico

Agradecimentos

Agradeço a Deus por ter me permitido viver para concluir esta etapa da vida.

Ao Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires, pela orientação, disposição, amizade e importantíssima contribuição para minha formação profissional e pessoal.

Ao Dr. Daniel Montanher Polizel, pela grande amizade e pela imensa paciência e disposição para me ajudar em todas as fases do projeto.

Ao Programa de pós-graduação em Nutrição e Produção Animal (VNP) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP), pela oportunidade.

À Fundação de estudos agrários Luiz de Queiroz (FEALQ) pelo apoio ao projeto.

À FAPESP e à CAPES, mediante o processo nº 2016/23544-4, Fundação De Amparo à Pesquisa Do Estado De São Paulo (FAPESP) pela bolsa de mestrado. E declaro que as opiniões, hipóteses, e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do autor e não necessariamente refletem a visão da FAPESP e da CAPES.

Ao departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), pelas condições de ensino e pesquisa.

Aos administradores da Fazenda Figueira e estação experimental Hildegard Georgina Von Pritzelwitz, José Renato (Dr. Raí) e Laísse (Dra. Arrastão), pela amizade, condição de trabalho proporcionada e ensinamentos fundamentais para a minha formação.

À Profa. Dra. Ivanete Susin, pela orientação, amizade e colaboração na minha formação tanto como Eng. Agrônomo quanto no mestrado.

Aos professores Dr. Paulo Henrique Mazza Rodrigues e Dr. Severino Matias de Alencar pelos ensinamentos e dedicação em compartilhar seus conhecimentos.

À Stéphanie, pelo carinho e compreensão.

Aos parceiros de Trabalho Leonardo e Carlinhos pelo comprometimento com o resultado, amizade e disposição. Sem vocês seria muito difícil. Assim como aos demais amigos da Fazenda Figueira, Dudu, Vavá, Antenor, Galo, Coram, Josino, Zé Ivo, Rosângela, Zé, Márcia e Mateus, pela disposição em ajudar e convivência nos meses de coleta de dados.

Aos amigos da salinha do LNRA Marquinhos, José Paulo, Alexandre, André, Gabriela, Analisa e Marcão pelos conhecimentos trocados, pela convivência harmoniosa e pela amizade formada. Com certeza foram muito importantes para a minha formação. Também aos estagiários Avorai, Lákita, Ileza, Tatu, Jirafális, Durucido, Papata, pela contribuição na parte laboratorial e pelas boas risadas.

Aos funcionários da ESALQ seu Roberto, seu Marcos, Jozeval e Adilson (Zica), meus amigos desde o 2º ano de Eng. Agrônômica. Agradeço também à Luciana e ao Jean.

Ao secretário do VNP, João Paulo pela prontidão em ajudar.

Aos meus amigos Brendon, Vinícius, Lucas, Eduardo, Emílio, Raíssa e Maiza; assim como aos da República 10 Alqueires; todos irmãos que a vida me proporcionou.

Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram para a elaboração e condução deste trabalho.

Muito obrigado!

Epígrafe

**“A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios.
Por isso, cante, chore, dance, ria e viva intensamente,
antes que a cortina se feche e a peça termine sem
aplausos.”**

Charlie Chaplin

RESUMO

GOBATO, L. G. M. **Efeito da narasina sobre o consumo de suplementos minerais e o desempenho de bovinos de corte a pasto.** [effect of narasin in the performance and supplement intake of beef cattle]. 2017. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

O projeto teve como objetivo avaliar os efeitos da inclusão do ionóforo narasina no suplemento mineral e proteinado sobre o consumo de suplemento pelos animais e sobre o desempenho de bovinos de corte durante a fase de recria mantidos em pastagem. Foram utilizados 150 machos nelore inteiros em um delineamento experimental de blocos completos, sendo a unidade experimental o lote de 5 animais. O experimento teve duração de 140 dias, composto por 5 períodos de 28 dias cada. Os tratamentos utilizados foram: CON – Mistura mineral Controle (sem narasina), 1800 – CON com adição de 1800 mg de narasina/kg da mistura mineral, 2750 – CON com adição de 2750 mg de narasina/kg da mistura mineral, PROT – Suplemento Proteinado com 22% de proteína bruta (PB; sem narasina) e PROT 360 – PROT com 360 mg de narasina/kg do suplemento. Os tratamentos foram confrontados através de contrastes ortogonais. A inclusão de narasina na mistura mineral aumentou o ganho médio diário (GMD) quando comparado ao CON no primeiro período ($P = 0,01$; 28d), entretanto, não houve efeito nos demais períodos. A inclusão de narasina diminuiu o consumo de suplemento nos três períodos iniciais ($P < 0,01$ para ambos) quando comparado ao CON. Os tratamentos 1800 e 2750 foram semelhantes para a ingestão de suplemento ($P = 0,89$) e GMD ($P = 0,70$) em todo o experimento. Os animais dos tratamentos PROT e PROT 360 consumiram mais suplemento em relação aos animais dos tratamentos com mistura mineral ($P < 0,01$ para todos os períodos) e proporcionaram animais mais pesados ($P < 0,01$). A inclusão de narasina no suplemento proteinado otimizou seu uso nos dois primeiros períodos, pois obteve o mesmo GMD ($P = 0,75$ e $P = 0,48$, respectivamente), porém com menor ingestão de suplemento ($P = 0,03$ e $P < 0,01$, respectivamente). Em conclusão, a narasina afeta o consumo de suplementos e desempenho em situações específicas, porém, de maneira geral a narasina não foi eficaz em melhorar a performance de bovinos de corte em fase de recria a pasto.

Palavras-chave: Ionóforo. Nelore. Pastejo. GMD.

ABSTRACT

GOBATO, L. G. M. **Effect of narasin in the performance and supplement intake of beef cattle**. [Efeito da narasina sobre o consumo de suplementos minerais e o desempenho de bovinos de corte a pasto]. 2017. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

The present trial was carried out to evaluate the effect of narasin inclusion in mineral and protein supplements in the supplement intake and performance of grazing beef cattle. A hundred and fifty Nellore bull calves with 17.03 ± 0.06 months of age, initial body weight (BW) of 219.65 ± 1.62 kg, were assigned to the following treatments: mineral supplement (CON); mineral supplement + 1800 (1800) or 2750 (2750) mg narasin/kg of supplement; Protein mineral supplement (PROT) or PROT + 360 mg of narasin/kg of supplement (PROT 360). The bull calves were kept in a rotational stocking system with *Brachiaria brizantha* cv Marandu, during 5 periods of 28 days each. Adding narasin in the mineral supplement increased ($P = 0.01$) average daily gain (ADG) on the 1st period and decreased ($P < 0.01$) supplement intake on the 1st, 2nd and 3rd periods compared to CON. Bull calves in the 1800 and 2750 treatments had similar supplement intakes ($P = 0.89$) and ADG ($P = 0.70$) at the end of the experiment. In addition, the animals of the PROT and PROT 360 treatments consumed more supplement than the animals of the mineral mix treatments ($P < 0.01$ for all periods) and provided heavier animals ($P < 0.01$). Narasin decreased the protein supplement intake and did not affect ADG on the 1st and 2nd periods. The narasin affects the intake of supplements and performance in specific situations, however in overall, narasin addition in mineral and protein supplements did not affect the performance of grazing bull calves.

Key words: *Bos indicus*. ionophore. mineral. protein. ADG.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fórmula estrutural da narasina.....	22
Figura 2 - Mapa da área experimental.....	27
Figura 3 - Esquema demonstrando disposição das praças de alimentação nos módulos 28	
Figura 4 - Exemplo de disposição das parcelas de acordo com o período experimental, sendo os módulos representados por cores.....	29
Figura 5 - Consumo de suplemento mineral, em kg, dos tratamentos CON, 1800 e 2750 ao longo do tempo	46
Figura 6 - Consumo de suplemento proteinado (kg) por tratamento.....	49
Figura 7 - Consumos diários dos blocos do tratamento CON	52
Figura 8 - Consumos diários dos blocos do tratamento 1800	53
Figura 9 - Consumos diários dos blocos do tratamento 2750	54
Figura 10 - Consumos diários dos blocos dos tratamentos PROT (4) e PROT 360 (5).	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição dos suplementos minerais (g/kg da MS)	31
Tabela 2 - Quantidade e qualidade da forragem conforme tratamento	35
Tabela 3 - Teores nutricionais médios da pastagem em cada período experimental	37
Tabela 4 - Pesagens por tratamento em cada período, ganho médio diário e consumo de suplemento por tratamento no período experimental	38
Tabela 5 - Desdobramento da interação entre tratamento e período para a variável ganho médio diário (em kg)	42
Tabela 6 - Desdobramento da interação entre tratamento e período para a variável consumo de suplemento (kg).....	45
Tabela 7 - Relação entre consumo de suplemento proteinado (base seca) e peso corporal médio	48
Tabela 8 – Peso corporal médio dos animais e consumo estimado de narasina em partes por milhão (ppm).....	50
Tabela 9 - Custo da suplementação conforme o tratamento.....	57
Tabela 10 - Lucro em relação ao valor gasto com suplementação conforme o tratamento	58

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1	Fermentação Ruminal	17
2.2	Importância do uso de aditivos na bovinocultura de corte	18
2.3	Ionóforos	19
2.3.1	Narasina	21
2.4	Consumo de minerais e suplementação do rebanho como método de fornecimento de aditivos	23
3	HIPÓTESE	27
4	OBJETIVO	27
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
5.1	Localização	27
5.2	Animais e técnicas de pastejo	28
5.3	Tratamentos e delineamento experimental	29
5.4	Pesagem e cálculo do ganho médio diário.....	31
5.5	Consumo de suplementos minerais e proteinados	32
5.6	Estimativa de massa e composição química da forragem.....	32
5.7	Análises estatísticas	33
5.8	Relação Custo-Benefício	34
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6.1	Qualidade e quantidade de forragem	35
6.2	Desempenho e consumo de mistura mineral	38
6.3	Erraticidade de consumo.....	51
6.4	Relação custo-benefício	57
7	CONCLUSÕES.....	58

8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
9	REFERÊNCIAS	60

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, com cerca de 218,2 milhões de cabeças, em uma área de 170 milhões de hectares (IBGE, 2016). Em 2016 foram abatidas 29,7 milhões de cabeças, o que corresponde a uma taxa de desfrute de 13,6%. Desse volume de abate, cerca de 89% são animais oriundos de pastagens (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne - ABIEC; 2014).

A pecuária sustentável é um tema que está em pauta em todo o planeta. Watson et al. (1992) relataram que cerca de 30% da quantidade de metano (CH_4) produzida vem de processos naturais e os 70% restantes são provenientes de fontes antropogênicas. Áreas de arroz inundadas, a fermentação ruminal, a queima de biomassa e a excreta animal são as grandes emissoras de CH_4 na agropecuária. Steinfeld et al. (2006) mostraram que o setor pecuário foi responsável por 18% das emissões de gases de efeito estufa, 37% da emissão de metano, sendo a maior parte advinda da fermentação ruminal, e 65% de todo o óxido nitroso (N_2O) emitido. Portanto, questões como o impacto causado pela emissão desses gases têm ganhado grande importância frente às pesquisas realizadas. Desta maneira, estratégias para amenizar estes efeitos e consequentemente tornar os animais energeticamente mais eficientes são bem-vindas.

Estudos mostram que a população no planeta Terra em 2050 será 29% maior que a população atual (ONU, 2017). Este crescimento pode resultar um aumento na renda real per capita, o que por sua vez, pode aumentar o consumo de carne da população (TILMAN et al., 2002). A produção de bovinos em pastagens, se bem executada, é um método eficiente e sustentável de produção de proteína de alta qualidade com o mínimo de impacto ambiental; assim é necessário que a pecuária se torne cada dia mais eficiente, produzindo mais e reduzindo seus impactos ambientais (SILVA et al., 2016).

Uma vez que as pastagens constituem a base da alimentação da maioria do rebanho nacional, o desempenho animal é obtido a partir da interação forragem disponível x consumo x digestão x exigências nutricionais, podendo ser satisfatório ou não no sistema de produção. Diante de um desempenho não satisfatório, se faz necessária a suplementação da dieta dos animais, que deve ser conveniente do ponto de vista técnico-econômico (ZERVOUDAKIS et al., 2002).

Existem cerca de 17 elementos inorgânicos requeridos pelos bovinos, dentre eles, os macroelementos que incluem cálcio, fósforo, magnésio, potássio, sódio, cloro e enxofre; e os microelementos cromo, cobalto, cobre, iodo, ferro, manganês, molibdênio,

níquel, selênio e zinco (NRC, 1996), sendo o ganho de peso maior em animais que recebem uma mineralização adequada (Fieser et al., 2007). Algumas das funções dos minerais no organismo animal são, segundo Underwood (1981), composição estrutural dos órgãos e tecidos corporais, partes constituintes dos tecidos e fluidos corporais responsáveis pela manutenção da pressão osmótica, equilíbrio ácido-base, permeabilidade de membrana e irritabilidade do tecido e catalizadores de sistemas enzimáticos e hormonais. A suplementação de rebanhos em pastagens via misturas minerais em cochos é a prática mais adotada no Brasil para garantir o suprimento de possíveis minerais limitantes da produção animal.

A eficiência produtiva é altamente dependente dos processos metabólicos envolvidos na fermentação ruminal. Portanto, a adoção de tecnologias, como os aditivos ionóforos, são utilizadas para manipulação e otimização destes processos de fermentação ruminal. Ionóforos são moléculas altamente lipofílicas que atuam na membrana celular das bactérias (PRESSMAN, 1976), reduzindo a população e a atividade das bactérias Gram-positivas (MCGUFFEY et al., 2001), protozoários e tendem a inibir os fungos (BERGEN e BATES, 1984), afetando a fermentação ruminal, com relatos de diminuição na produção de metano (RUSSEL E STROBEL, 1989), aumento na produção de propionato, queda no butirato (ELLIS et al., 2012), diminuição na população de bactérias produtoras de lactato e estabilização do pH ruminal (COE et al., 1999). Essas alterações afetam positivamente a produção de ruminantes, com menor consumo de matéria seca (CMS), maior ganho de peso e consequente melhoria na eficiência alimentar (DUFFIELD et al., 2012).

O uso de ionóforos em misturas minerais é uma alternativa econômica e que pode vir a ser bem aceita pelos produtores, uma vez que não gera mudanças na rotina de atividades na propriedade. No entanto, a literatura é bem divergente quanto ao efeito do uso de aditivos em animais em pastejo. Isso talvez seja explicado pela variação diária do consumo do suplemento mineral (BAGLEY et al., 1988).

Com relação às pesquisas, a maior parte é realizada avaliando a inclusão de ionóforos em dietas contendo altos teores de concentrado (DUFFIELD et al., 2012; ELLIS et al., 2012). Além disso, a maioria dos trabalhos avaliaram a monensina como modulador da fermentação ruminal, sendo assim necessário estudar e melhor conhecer sobre outros ionóforos e seus impactos na produção de bovinos.

Outro problema encontrado com a adição de ionóforos nas misturas minerais é a redução no consumo do suplemento (BAGLEY et al., 1988; GUTIERREZ, 1997), e que resulta em um consumo do aditivo menor e desempenho do rebanho abaixo do esperado (BAGLEY et al., 1988). Entretanto, estudos realizados recentemente têm mostrado que a narasina, quando adicionada à mistura mineral, não afeta o consumo de mistura mineral (CMM) e o CMS por bovinos confinados recebendo dieta com elevado teor de volumoso (SILVA et al., 2015) ou concentrado (GOBATO et al., 2017), além de melhorar o desempenho dos animais (SILVA et al., 2015; GOBATO et al., 2017).

O presente projeto de pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos da utilização do ionóforo narasina sobre o consumo de suplementos minerais e o desempenho em bovinos de corte da raça Nelore na fase de recria mantidos a pasto. Trata-se de um trabalho inédito no meio científico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Fermentação Ruminal

Um dos principais méritos dos ruminantes ao longo da evolução das espécies é a habilidade em digerir componentes fibrosos das plantas e obter energia a partir do processo de fermentação desse substrato. O fato de manterem microrganismos que produzem enzimas capazes de degradar carboidratos estruturais garante uma grande vantagem competitiva do ponto de vista produtivo quando comparado a outros animais (RUSSELL e RYCHLIK, 2001).

No processo de fermentação ruminal dos alimentos, realizada pelos microrganismos, obtêm-se ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), proteína microbiana, vitaminas do complexo B, vitamina K, metano, dióxido de carbono, amônia e nitrato (OWENS E GOETSCH, 1988). Em contrapartida, os ruminantes mantêm a população microbiana por meio do aporte de alimentos e da manutenção da temperatura, osmolaridade e pH ruminal; através da remoção dos ácidos produzidos pela fermentação, da adição de tamponantes e por remover os produtos microbianos junto aos resíduos indigestíveis de alimentos. Assim, o ambiente ruminal torna-se favorável ao crescimento microbiano (OWENS E GOETSCH, 1988).

Os principais AGCC resultantes da fermentação ruminal são os ácidos acético, propiônico e butírico, sendo que as concentrações de cada um dependem da fonte de carboidratos no alimento consumido pelo animal, majoritariamente constituído por celulose, hemicelulose, pectina, amido e carboidratos solúveis (BERGMAN, 1990) e da população microbiana atuante. A produção total de AGCC, bem como sua proporção, é um produto diretamente relacionado com a composição da dieta, os níveis de ingestão e digestão (ASCHENBACH et al., 2011). Segundo Owens e Goetsch (1988), dietas contendo elevados teores de forragens são caracterizadas por serem ricas em carboidratos fibrosos como celulose e hemicelulose. Nessa situação, bactérias celulolíticas serão mais ativas e a fermentação desse substrato resulta em grande produção de acetato. Segundo Nussio et al. (2006), a produção de metano está intimamente relacionada com os produtos finais resultantes da fermentação de carboidratos, existindo uma relação inversa entre a produção de propionato e metano. A razão dessa relação consiste em que CO_2 e H^+ , precursores da formação de CH_4 , são subprodutos da conversão de glicose em acetato e butirato. Assim, entende-se que quanto maior a proporção de propionato, mais eficiente está sendo a fermentação ruminal.

Estratégias vêm sendo utilizadas e desenvolvidas para manipular a fermentação ruminal. Uma das tecnologias mais utilizadas na atualidade é a inclusão de aditivos ionóforos na dieta dos animais.

2.2 Importância do uso de aditivos na bovinocultura de corte

Uma característica importante da pecuária brasileira é ter a maior parte de seu rebanho criado a pasto (FERRAZ E FELÍCIO, 2010), sendo a forma mais prática de produção de bovinos. Uma das maneiras de aumentar a eficiência produtiva do sistema de produção de carne é tornar o animal mais eficiente através da manipulação da fermentação ruminal, assim os aditivos alimentares são usados para manipular e otimizar esse processo (SARTORI et al., 2017).

Diversas pesquisas evidenciam a existência de uma grande variedade de aditivos capazes de influenciar os componentes do metabolismo ruminal, como por exemplo, inibidores da metanogênese, proteólise e desaminação; antibióticos; agentes defaunantes; enzimas microbianas; alimentação com ácidos graxos e lipídios; agentes tamponantes; probióticos; ácidos orgânicos; aditivos microbianos e surfactantes não-iônicos (BERCHIELLI et al., 2011). A suplementação da dieta como forma de correção das deficiências nutricionais do pasto, associada ao uso de aditivos, é uma estratégia para

tentar elevar a eficiência da utilização de gramíneas tropicais, tornando uma alternativa para o aumento de rentabilidade em sistemas de produção de carne (BERCHIELLI e BERTIPAGLIA, 2010).

Há mais trabalhos estudando os efeitos de ionóforos para bovinos confinados do que para bovinos mantidos a pasto. Este fato é demonstrado por Goodrich et al. (1984), que compilaram 228 trabalhos avaliando o uso do ionóforo monensina em dietas para animais confinados e apenas 24 trabalhos avaliando o uso desse ionóforo em alto volumoso. Isso também demonstra a existência de um grande número de estudos com o aditivo monensina e a falta de estudos para outros ionóforos, como a narasina, utilizada no presente trabalho.

2.3 Ionóforos

O aumento na eficiência produtiva possui grande apelo perante a comunidade científica, e em relação à pesquisa com nutrição de ruminantes, a manipulação da fermentação ruminal é um dos principais pontos a serem utilizados para minimizar perdas energéticas. O uso de aditivos alimentares em dietas de ruminantes ganha destaque por ser capaz de maximizar a fermentação ruminal, sendo os ionóforos um dos principais aditivos alimentares utilizados. Segundo Oliveira e Millen (2014) 93,9% dos nutricionistas brasileiros consultados consideram os ionóforos os principais aditivos alimentares na formulação de dietas de terminação de bovinos em confinamento.

Os ionóforos são classificados como antibióticos pelo FDA (*Foods and Drugs Administration*) mas com uso específico para os animais, pois não atuam sobre os microrganismos patogênicos que afetam os animais e os seres humanos, sendo classificados como uma classe de antibióticos não compartilhado. São poliéteres que atuam na membrana celular e catalisam o movimento de íons (PRESSMAN, 1976), o qual está relacionado ao processo denominado bomba iônica, que regula o balanço químico entre o meio intra e extracelular do microrganismo. Os ionóforos, ao se ligarem a membrana celular das bactérias e protozoários alteram o transporte celular de íons, alterando também o gradiente osmótico celular (DEGANI e ELGAVISH, 1978; SAINI et al., 1979). Essas reações tendem a reduzir a concentração intracelular de potássio.

A ação dos ionóforos sobre os microrganismos ruminais é dependente da permeabilidade do invólucro da célula do microrganismo. As bactérias Gram-positivas apresentam parede celular com apenas uma membrana e são mais afetadas pela ação dos

ionóforos, diferentemente das bactérias Gram-negativas, que apresentam uma segunda membrana externa (NICODEMO, 2001). Essa segunda membrana presente nas bactérias Gram-negativas é impermeável a partículas grandes, por seus canais de proteínas transmembranares (porinas) terem tamanho máximo de 600 Dalton. Os ionóforos por sua vez, possuem tamanho superior a 600 Dalton e praticamente não atuam sobre esse conjunto de bactérias. Já as bactérias Gram-positivas, que possuem apenas uma membrana, muito espessa, porém mais porosa, permitem a passagem dos ionóforos para dentro da célula (MORAIS et al., 2006). O efeito líquido é uma mudança no ecossistema microbiano, favorecendo alguns microrganismos, principalmente Gram-negativos, que são resistentes a ação dos ionóforos (TEDESCHI et al., 2003).

A utilização de ionóforos em dietas de ruminantes resulta em benefícios biológicos, como melhor eficiência de retenção de energia e utilização de nitrogênio advindo da dieta (TEDESCHI et al., 2003); alteração nas proporções molares dos AGCC produzidos no rúmen (ELLIS et al., 2012); mitigação na produção de metano (RUSSEL e STROBEL, 1989); minimiza a ocorrência de distúrbios metabólicos de caráter nutricional resultantes da fermentação ruminal, como acidose, timpanismo e laminite (OWENS et al., 1998); diminui a desaminação e absorção de amônia, aumentando o influxo de proteína de origem alimentar para o intestino delgado (BERGEN e BATES, 1984). A capacidade dos ionóforos em reduzir a produção de metano e alterar a proporção de AGCC produzidos pela fermentação ruminal explica parte do aumento potencial no desempenho e/ou eficiência alimentar dos animais (RICHARDSON et al., 1976; RUSSEL e STROBEL, 1989). Fuller e Johnson (1981) relataram diminuição na relação entre acetato e propionato com a adição de ionóforos em dietas com alto teor de concentrado. Ellis et al. (2012) compilaram 16 trabalhos entre os anos de 1976 e 2009, e avaliaram doses de monensina sobre o perfil de AGCC em bovinos alimentados com dietas com alto teor de concentrado. Os autores observaram que a inclusão do ionóforo aumentou a proporção molar de propionato, diminuiu o butirato e não afetou o acetato.

Apesar do uso de ionóforos ser um assunto amplamente explorado e estudado pela comunidade científica, os estudos se concentram basicamente em torno de poucos ionóforos, como é o caso da monensina, enquanto que, dados e estudos com outros ionóforos, como a narasina, são extremamente escassos.

Em revisão, Goodrich et al. (1984) compilaram 228 trabalhos avaliando a inclusão de monensina em dietas de animais confinados e 24 trabalhos com animais em regime de

pasto. Houve, para animais confinados, aumento no ganho de peso em 1,6%, redução de consumo em 6,4% e consequente melhoria na conversão alimentar em 7,5%, sem haver alterações na composição da carcaça. Duffield et al. (2012) também realizaram uma meta-análise compilando 64 artigos e 169 experimentos com a utilização de monensina em dietas de bovinos em crescimento e terminação, e concluíram que o uso do ionóforo reduziu a conversão alimentar em 0,53 kg de alimento/kg de peso corporal (PC) ganho. A monensina também reduziu o CMS em 0,27 kg e aumentou o ganho médio diário (GMD) em 0,03 kg. Segundo Tedeschi et al. (2003), a maior eficiência alimentar de animais confinados suplementados com monensina se deve à maior eficiência na fermentação ruminal, resultante do aumento na relação entre propionato e acetato no rúmen, queda na produção de metano e inibição da degradação de proteína dietética no rúmen.

Já para animais a pasto, Goodrich et al. (1984) compilaram 24 trabalhos que demonstraram aumento no ganho de peso dos animais tratados de 13,5% em relação ao controle, porém não foram mensurados os valores de consumo e consequentemente conversão alimentar.

2.3.1 Narasina

A Narasina é um poliéter produzido pela bactéria *Streptomyces aureofaciens*, com fórmula molecular $C_{43}H_{72}O_{11}$, conforme pode ser visto na Figura 1. Possui peso molecular de 765 Dalton, maior que outros ionóforos como a Monensina (671 Dalton) e a Salinomycin (751 Dalton).

Figura 1 - Fórmula estrutural da narasina

Legenda: Adaptado de Wuethrich et al. (1998).

Berg e Hamill (1978) afirmaram que a molécula possui solubilidade em álcool, acetona, clorofórmio e acetato de etila; entretanto, é insolúvel em água. Assim como os demais ionóforos, a narasina apresenta afinidade seletiva, sendo a afinidade por $\text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Rb}^+ > \text{Cs}^+ > \text{Li}^+$; diferente por exemplo da monensina ($\text{Na}^+ > \text{K}^+, \text{Li}^+ > \text{Rb}^+ > \text{Cs}^+$) e da Lasalocida ($\text{Ba}^{2+}, \text{K}^+ > \text{Rb}^+ > \text{Na}^+ > \text{Cs}^+ > \text{Li}^+$; NAGARAJA et al., 1997).

A narasina é utilizada principalmente em aves domésticas, devido a capacidade coccidiostática (JEFFERS et al., 1988), e como promotor de crescimento para suínos (WUETHRICH et al., 1998; ARKFELD et al., 2015). Em experimento realizado *in vitro*, Berg e Hamill (1978) afirmaram que a narasina foi ativa contra bactérias Gram-positivas e fungos, elucidando a capacidade da molécula em controlar a população microbiana.

Nagaraja et al. (1987) realizaram ensaios *in vitro*, em que foram testados vários aditivos ionóforos e não ionóforos, e observaram que a narasina aumentou a concentração molar de propionato com doses inferiores à monensina e lasalocida, além de ser mais eficaz na inibição da produção de ácido láctico que os demais aditivos. Os autores ainda afirmaram que a dosagem de narasina para ter o mesmo efeito que a monensina e a lasalocida, foi cerca de três vezes menor. Além disso, Wong et al. (1977) ressaltaram que a narasina é cerca de três a quatro vezes mais eficaz do que a monensina na inibição de ATPase.

Quanto aos estudos envolvendo ruminantes, o primeiro relato encontrado foi o de Strasia et al. (1987), que estudaram a utilização de diferentes ionóforos em garrotes confinados com dietas de alta inclusão de concentrado, e observaram tendência em produzir maiores e mais eficientes ganhos de peso quando se utilizava narasina em relação

a monensina. Desde Março de 2015 a narasina é aprovada no Brasil para uso em alimentação de bovinos a pasto, na concentração de 13 ppm.

A equipe de pesquisa do professor Alexandre Vaz Pires (Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal – LNRA / ESALQ - USP) vem desenvolvendo pesquisas em ruminantes para tentar elucidar os efeitos da molécula. Polizel et al. (2016a) avaliaram os efeitos do fornecimento de doses crescentes de narasina (0, 8, 16, 24 e 32 mg/kg de MS) para borregos alimentados com dietas contendo elevado teor de forragem sobre os parâmetros de fermentação ruminal. Foram fornecidos 20 g de milho moído fino contendo a concentração de narasina por kg de MS ofertada, sendo esse veículo fornecido duas vezes ao dia, para garantir o consumo frequente da narasina. Os autores verificaram que não houve efeito das doses de narasina na proporção molar de acetato, propionato, isobutirato, butirato, isovalerato, valerato, relação acetato:propionato, pH ruminal ou concentração total de protozoários. Entretanto, os autores relataram que a concentração total de AGCC aumentou linearmente com a inclusão das doses de narasina.

No mesmo experimento, Polizel et al. (2016b) avaliaram o consumo e digestibilidade dos nutrientes, e verificaram que a inclusão de doses de narasina (0, 8, 16, 24 e 32 mg/kg de MS) não afetou os consumos de MS, matéria orgânica, fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA). As doses de narasina também não afetaram a digestibilidade aparente da MS e matéria orgânica. Entretanto, o fornecimento de narasina aumentou linearmente a digestibilidade aparente da FDN.

Silva et al. (2015) avaliaram os efeitos da inclusão deste aditivo para bovinos alimentados com dieta contendo alta inclusão de volumoso, utilizando como veículo o suplemento mineral. Os resultados demonstraram que a inclusão de narasina não afetou o CMS, mas apresentou melhor GMD. Assim, a inclusão de narasina resultou em ganhos em eficiência alimentar.

2.4 Consumo de minerais e suplementação do rebanho como método de fornecimento de aditivos

O teor de minerais na forragem é dependente de muitos fatores, tais como tipo e fertilidade do solo, espécie forrageira, estágio e maturidade da planta, manejo, estação do ano, condições climáticas (CECATO et al., 2001). Portanto, não se deve utilizar um

desses fatores separadamente para predizer a concentração mineral da forragem (BAKER, 1977).

Ruminantes possuem pouca ou nenhuma capacidade de regular o seu consumo de minerais de acordo com suas necessidades nutricionais. Segundo Coppock et al. (1976), vacas leiteiras submetidas a dietas com deficiência de cálcio e fósforo não aumentaram o consumo voluntário de cálcio e fósforo. Muller et al. (1977) forneceram minerais e vitaminas separadamente, e constataram que vacas leiteiras consumiram quantidades insuficientes para suprir sua demanda nutricional, abaixo das recomendações do NRC.

Minerais de livre escolha são consumidos de forma bastante irregular. O CMM de livre escolha em criações de bovinos é altamente variável, mas esta variação não ocorre devido às exigências minerais do animal (SHIRLEY, 1985); exemplo disso é o trabalho de Coppock et al. (1972), que mensuraram o consumo diário individual de fosfato bicálcico pelas vacas leiteiras e encontraram grande variação de 0 a mais de 1000 g/animal/dia.

De acordo com McDowel (1996), existem diversos fatores que influenciam o CMM pelos bovinos. A fertilidade do solo e a qualidade da forragem consumida são alguns destes fatores, sendo que, quanto mais fértil o solo for, menor a necessidade de CMM. A maturidade do tecido vegetal influencia a concentração dos minerais, com declínio nas concentrações da maioria dos minerais em decorrência possivelmente de aumento relativo na proporção do material estrutural e dos componentes de reserva de matéria seca (DOMINGUES, 1993). Para alguns elementos, como nitrogênio e fósforo, a influência da maturidade é maior (DOMINGUES, 1993; RAMOS, 1997). O teor de sódio na água e localização de comedouros também são fatores que afetam o CMM, além de outras necessidades individuais de cada animal, como taxa de crescimento, gestação ou estágio da lactação (MCDOWEL, 1996).

O principal mecanismo de regulação da ingestão de misturas minerais é o teor de cloreto de sódio (NaCl) incluído na mistura. A carência de sódio eleva os teores de Angiotensina II, e isso eleva o aumento da ingestão de água e o desejo por sódio (FITZSIMONS, 1998). Peixoto et al. (2005) relataram que bovinos adultos depois de adaptados ingerem no máximo 30 a 35 g/dia de NaCl em condições normais. Misturas minerais elaboradas com baixos teores de NaCl, estimulam o aumento da ingestão diária de mistura mineral. Em um levantamento feito a partir de cálculos baseados nas

informações do teor de Na (g/kg) em 15 misturas minerais, foram observados valores médios de 38,2% de NaCl, com valor máximo de 65% e mínimo de 25% (PEIXOTO et al., 2003). O “enchimento” da mistura é geralmente feito com calcário, mineral barato e que não restringe o consumo diário da mistura mineral; ou com caulim, que são um grupo de silicatos inertes, insolúveis e indigestíveis.

O fornecimento de aditivos para animais mantidos em pastagens apresenta certos entraves, pois existe a necessidade de um veículo de fornecimento capaz de combinar a concentração do aditivo à frequência necessária de consumo para todos os indivíduos do rebanho. Em situações de consumo de doses inferiores não se tem o desempenho esperado (BAGLEY et al., 1988), e doses elevadas podem prejudicar o desempenho (POTTER et al., 1976), levando à intoxicação e em alguns casos à morte dos animais (WOUTERS et al., 1997).

Várias maneiras de fornecimento de ionóforos foram desenvolvidas, isso inclui formulações solúveis em água para o fornecimento em bebedouros, balde com melaço de cana-de-açúcar e até cápsulas de liberação controlada no rúmen. Porém o método mais aceito pelos pecuaristas é o fornecimento via suplemento mineral, por apresentar baixo custo, haja visto a necessidade de suprir as exigências minerais de animais em pastagens tropicais (PEDREIRA e PRIMAVESI, 2006). O uso de suplemento proteinado também pode ser usado como veículo de fornecimento de aditivos para rebanhos de bovinos de corte a pasto. Horn et al. (1981) relataram que a adição de 100 mg de monensina por animal no suplemento proteinado dobrou o desempenho em relação a suplementação sem monensina, para novilhas pastejando trigo.

Em relação a inclusão de ionóforos em suplementos minerais ou proteinados, ocorre que, no caso de alguns ionóforos, o próprio aditivo provoca queda no consumo da mistura mineral, deixando questionamentos sobre a eficácia do uso de misturas minerais como via de suplementação de ionóforos. Bagley et al. (1988) observaram que a suplementação de salinomicina via suplemento mineral teve consumo médio diário de 65 g, enquanto o consumo médio do controle foi de 131 g/dia e ambos os tratamentos obtiveram o mesmo GMD. Gutierrez (1997) também observou queda no consumo de suplementos minerais ao utilizá-los como via de fornecimento de monensina. Beck et al. (2014), avaliando monensina adicionada ao suplemento mineral, observaram redução no CMM com concomitante aumento no GMD. Fieser et al. (2007) observaram o mesmo efeito no 1º ano de estudo, sem melhora no GMD no 2º ano de estudo.

Porém, existem alguns ionóforos capazes de tornar o desempenho animal mais eficiente sem prejudicar o CMM. Segundo Silva et al. (2015) a inclusão do ionóforo narasina à mistura mineral fornecida a novilhas Nelore em confinamento alimentadas com dieta de alto volumoso não provocou queda no consumo do suplemento mineral quando comparados o tratamento controle, sem narasina, e dois tratamentos contendo 6,5 e 13 ppm de narasina misturados ao suplemento. Entretanto, foi encontrado um aumento linear no ganho de peso e eficiência alimentar. O tratamento suplementado com 13 ppm de narasina apresentou um GMD de 96 g a mais que o tratamento controle e foi aproximadamente 25% mais eficiente. Este experimento demonstra a importância de se pesquisar e avaliar a utilização de novas moléculas para manipulação da fermentação ruminal.

Um dos motivos que coloca em dúvida a eficiência do fornecimento de ionóforos via suplementos é a frequência de consumo exercida pelo animal, deixando a questão se realmente o animal está consumindo a quantidade necessária do suplemento e consequentemente do aditivo. Goulart (2010), avaliando o consumo individual de mistura mineral pelos animais mantidos a pasto, a partir da metodologia de sulfato lítio como marcador (SUHARYONO, 1992), notou que o CMM é muito variável entre os animais, e que muitos animais não consomem suplemento no dia.

Considerando os resultados de pesquisa obtidos até o momento pela nossa equipe de pesquisa, conforme mencionados no item 2.3.1 (POLIZEL et al., 2016b; SILVA et al., 2015), foi proposto a realização do projeto descrito a seguir.

3 HIPÓTESE

A hipótese testada foi de a inclusão do ionóforo narasina no suplemento mineral e no proteinado não afetar o consumo dos suplementos e proporcionar maior desempenho em machos nelore recriados em sistema de pastejo.

4 OBJETIVO

O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da inclusão do ionóforo narasina sobre o consumo de suplementos minerais e proteinados e sobre o desempenho de bovinos de corte a pasto em fase de recria.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização

O experimento foi conduzido na Fazenda Figueira e Estação Experimental Hildegard Georgina Von Pritzelwitz, situada no município de Londrina - PR. O clima de Londrina, segundo a classificação de Köppen (1931), é do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido, com chuvas em todas as estações, podendo ocorrer secas no período de inverno. A precipitação anual média é de 1635 mm, sendo o mês mais chuvoso Janeiro com média de 220,4 mm e o mais seco Agosto, com 50,4 mm (IAPAR, 2017). O solo da propriedade é em sua maioria do tipo Nitossolo Vermelho, antiga Terra Roxa Estruturada eutrófica. O período experimental foi de Março a Agosto de 2016, fase de transição entre as épocas Águas e Seca. É um período marcado pelo declínio no acúmulo de forragem, devido a queda no fotoperíodo, temperatura e precipitações.

A área utilizada foi de 60 hectares divididos em 30 módulos de dois piquetes homogêneos de um hectare cada, formados com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Figura 2), totalizando 60 piquetes. Cada módulo continha uma praça de alimentação com bebedouro e comedouro coberto (Figura 3).

Figura 2 - Mapa da área experimental

Figura 3 - Esquema demonstrando disposição das praças de alimentação nos módulos

5.2 Animais e técnicas de pastejo

Foram utilizados 150 machos da raça nelore com $17,03 \pm 0,06$ meses de vida e $219,65 \pm 1,62$ kg de PC oriundos da própria fazenda, desmamados em média com 192 kg em Junho de 2015 e GMD da desmama até o início do experimento de 0,100 kg. No ato da pesagem inicial foi realizado o controle de endo e ectoparasitas com Ivermectina a 1% (Megamectin®, Novartis, Basiléia, Suíça); também foram realizadas vacinações

obrigatórias de aftosa (d-84) e raiva (d-112), conforme o calendário de vacinações da fazenda.

O método de pastejo adotado foi o de lotação alternada, onde cada piquete foi ocupado por 28 dias, seguidos de 28 dias de descanso. Os lotes foram rotacionados de forma a minimizar os efeitos de local, como demonstrado na Figura 4. A lotação foi sempre de cinco animais por módulo, portanto em cada período apenas uma parcela ocupava o módulo. Ao final do experimento, todos os tratamentos passaram um período em cada módulo, sendo que parcelas dos mesmos blocos ocupavam os mesmos módulos. Assim, do módulo 1 ao 5, só os animais do bloco 1 acuparam a área; do módulo 6 ao 10, só animais do bloco 2; e assim por diante.

Figura 4 - Exemplo de disposição das parcelas de acordo com o período experimental, sendo os módulos representados por cores

Legenda: Nesse modelo a dezena representa o bloco e a unidade o tratamento. Ex: bloco 1 e tratamento 2 são representados pela parcela nº 12.

5.3 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o de blocos completos casualizados, formados a partir de 30 unidades experimentais (UE), sendo cinco tratamentos com seis repetições por tratamento. Assim, o lote de cinco animais formava uma UE para avaliação do

desempenho. Os animais foram agrupados a fim de que todas as UE possuísem no início do experimento o mesmo peso e, portanto, pressões de pastejo similares.

A distribuição das UE nos blocos foi realizada para minimizar o efeito de local. Portanto, o bloco era formado por cinco UE, uma de cada tratamento; e tal bloco ficava restrito a cinco módulos, para que todas as UE desse bloco passassem pelos mesmos módulos ao final do experimento, composto por 5 períodos de 28 dias.

Os tratamentos foram:

- Mineral Controle (**CON**): mistura mineral sem inclusão de ionóforo;
- Narasina 1800 mg (**1800**): mistura mineral + 1800mg de narasina por kg do suplemento (correspondente a 13 ppm de Narasina);
- Narasina 2750 mg (**2750**): mistura mineral + 2750 mg de narasina por kg do suplemento (correspondente a 20 ppm de Narasina);
- Proteinado controle (**PROT**): suplemento mineral proteico sem ionóforo (22% PB; controle);
- Proteinado com narasina (**PROT 360**): suplemento mineral proteico (22% PB) + 360 mg de narasina por kg de suplemento (correspondente a 20 ppm de Narasina).

Foram utilizados os produtos Bellnutri 90[®], para os tratamentos CON, 1800 e 2750; e Lambisk SA[®] (sem monensina), para os tratamentos PROT e PROT 360; ambos da empresa Trouw Nutrition (Mirassol, SP, Brasil). A narasina utilizada foi do produto comercial Zimprova[®]100 (Elanco Animal Health, SP, Brazil). Os níveis de garantia dos produtos podem ser observados na Tabela 1.

Os valores de 13 e 20 ppm foram determinados por recomendação da empresa fornecedora da narasina (Elanco Animal Health, SP, Brazil) e por estudos prévios (Polizel et al., 2016a; Polizel et al., 2016b; Silva et al., 2015). As concentrações do ionóforo foram calculadas conforme estimativa do CMS/animal/dia e do histórico de consumo de suplemento mineral da propriedade para essa categoria animal. Em situações com disponibilidade e qualidade de forragem os animais consomem aproximadamente 2,5% PC (BARBOSA et al., 2007). Foi considerada a média histórica de consumo na propriedade, sendo fixado o consumo de mineral entre 40 e 45 g/cabeça/dia, embora o recomendado pelo rótulo do produto Bellnutri 90[®] seja entre 60 a 120 g/cabeça/dia. O suplemento proteinado possuía indicação do fabricante de inclusão na dieta de 140 a 200g/dia.

Tabela 1 - Composição dos suplementos minerais (g/kg da MS)

Item, g/kg	CON	1800	2750	PROT	PROT 360
Cálcio (mín.)	135	135	135	50	50
Fósforo (mín.)	90	90	90	12	12
Sódio (mín.)	125	125	125	20	20
Magnésio (mín.)	10	10	10	2	2
Enxofre (mín.)	40	40	40	12	12
Zinco (mín.)	6,2	6,2	6,2	0,85	0,85
Cobre (mín.)	1,67	1,67	1,67	0,23	0,23
Fluor (máx.)	1,5	1,5	1,5	0,2	0,2
Manganês (mín.)	1,29	1,29	1,29	0,2	0,2
Cobalto (mín.)	0,1	0,1	0,1	0,014	0,014
Iodo (mín.)	0,124	0,124	0,124	0,016	0,016
Selênio (mín.)	0,032	0,032	0,032	0,004	0,004
Narasina ^a	0	1,8	2,75	0	0,36
PB (mín.)	-	-	-	220	220

Legenda: ^a Zimprova[®]100 (Elanco Animal Health, SP, Brazil).

5.4 Pesagem e cálculo do ganho médio diário

Os animais foram levados ao curral e pesados no início do experimento e ao final de cada período (dias 0, 28, 56, 84 e 112). Todas as pesagens ocorreram após jejum de sólidos e líquidos de 16 horas, utilizando balança eletrônica de precisão de 1 kg (Beckhauser idBeck 3.0[®], Irmãos Beckhauser e Cia Ltda, Paranavaí, PR, Brasil). Para checagem da precisão da balança, foram utilizadas 15 barras de ferro com exatamente 20 kg cada. Foi calculado o ganho médio diário em cada período experimental através da seguinte fórmula:

$$\text{GMD} = (\text{PF} - \text{PI})/28$$

Em que:

GMD = ganho médio diário

PF = peso corporal final do período experimental

PI = peso corporal dos novilhos no início do período experimental

5.5 Consumo de suplementos minerais e proteinados

O fornecimento de suplemento foi realizado em comedouros de madeira, cobertos, localizados na praça de alimentação de cada módulo. A aguada sempre esteve disponível em bebedouro de concreto também localizado na praça de alimentação, não havendo acesso a cacimbas ou córregos por parte dos animais no período experimental.

Com o objetivo de se avaliar o consumo médio diário do lote, as ofertas ocorreram às segundas, quartas e sextas-feiras, sendo retirada a sobra referente a oferta anterior. Além do procedimento descrito, em cada um dos cinco períodos, do 11º ao 16º dia do período a oferta dos suplementos e as retiradas das sobras foram realizadas diariamente para melhor entender a erraticidade de consumo dos lotes. A oferta do suplemento mineral foi realizada *ad libitum*, permitindo sobra de pelo menos 10% em relação ao ofertado. O consumo de suplemento mineral proteinado sofreu um ajuste no decorrer do experimento, devido ao consumo além do esperado, e será abordado nos resultados. Ofertas e sobras eram pesadas em balança eletrônica de precisão de 01 g (Toledo 9094C/4®, Toledo do Brasil, São Bernardo do Campo, SP, Brazil). As sobras dos suplementos de cada parcela foram colhidas, pesadas e levadas ao laboratório para determinação da MS. Periodicamente também eram colhidas amostras do ofertado para determinação da MS. O consumo médio diário de suplemento por animal foi obtido através da média do consumo das parcelas, ocorrido durante os períodos, dividido pelo número de animais que formavam a parcela, que eram cinco.

5.6 Estimativa de massa e composição química da forragem

Para determinação da massa de forragem presente nos piquetes foi utilizada uma técnica destrutiva de quantificação. Foram colhidas duas amostras de cada piquete no momento da entrada e da saída dos animais, através de cortes rente ao solo com quadrado metálico de 0,25m² (0,5mx0,5m) em pontos representativos, para estimar a quantidade de massa de forragem presente em cada piquete (Entrada e Saída). Os materiais colhidos

foram então levados ao laboratório para mensuração da MS da forragem, após 24 horas em estufa a 105°C (AOAC, 1990).

Utilizando a técnica de simulação de pastejo, foi colhida uma amostra de cada piquete em uso no 14º dia após a entrada do lote. Essas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA), do Departamento de Zootecnia da ESALQ-USP para a determinação da composição química. As amostras foram secas a 55°C e calculado a matéria seca I. Posteriormente as amostras foram processadas em moinho tipo Wiley (Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil), utilizando peneiras com crivos de 1,0 mm e analisados para determinação de matéria seca (MSII) por meio de secagem em estufa a 105° C durante 24 horas. A matéria mineral (MM) foi determinada através da incineração das amostras em mufla a 550° C por 4 horas (AOAC, 1990). A concentração de nitrogênio total foi determinada utilizando o aparelho Leco TruMac® N (Leco Corporation, St. Joseph, MI, USA; AOAC, 1990). A proteína bruta (PB) foi calculada pela multiplicação do nitrogênio total por 6,25. A determinação da fração fibrosa foi realizada de forma sequencial, utilizando alfa-amilase termoestável e sulfito de sódio para análise de FDN de acordo com metodologia proposta por Van Soest et al. (1991), e de FDA de acordo com Goering e Van Soest (1970), sendo utilizado um Analisador de Fibra Ankon 2000 (Ankom Tech. Corp., Fairport, NY, USA). A determinação de extrato etéreo (EE) seguiu a metodologia descrita na AOAC (1990). O valor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi determinado a partir da fórmula: $CNF(\%) = 100\% - [FDN(\%) - PB(\%) - MM(\%) - EE(\%)]$.

5.7 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento MIXED do programa de software SAS (SAS versão 9.0, SAS Inst. Inc., Cary, NC). Todos os dados foram submetidos ao teste Shapiro-Wilk para verificar a normalidade e remoção de "outliers". A homogeneidade das variâncias foi verificada usando o teste Levene.

Os dados de ingestão de suplementos, GMD e quantidade e qualidade de forragem foram analisados como medidas repetidas ao longo do tempo, utilizando o modelo estatístico: $y_{ijk} = \mu + T_i + b_j + e_{ij} + P_k + T_iP_k + b_jP_k + e_{ijk}$, em que μ = média geral T_i = efeito fixo do tratamento, b_j = efeito aleatório de bloco, e_{ij} = erro aleatório A, P_k = efeito fixo do período, T_iP_k = efeito fixo da interação tratamento*período, b_jP_k = efeito aleatório da interação bloco*período e e_{ijk} = erro aleatório B. Os dados das pesagens

foram analisados usando o seguinte modelo: $y_{ij} = \mu + T_i + b_j + e_{ij}$, em que μ = média geral, T_i = efeito fixo do tratamento, b_j = efeito aleatório de bloco e e_{ij} = erro aleatório.

Para todos os dados analisados como medidas repetidas, foram testadas as seguintes matrizes de covariância “compound symmetry, heterogeneous compound symmetry, banded, variance components, toeplitz, heterogeneous toeplitz, autoregressive and autoregressive heterogeneous” e definido de acordo com o menor valor obtido para AICC. O efeito de período e a interação tratamento*período foram definidos pelo teste F da ANOVA. Os efeitos dos tratamentos foram realizados por contrastes ortogonais. Os contrastes ortogonais foram; I: CON vs 1800 e 2750 (narasina no mineral); II: 1800 vs 2750 (teores de narasina); III: CON, 1800 e 2750 vs PROT e PROT 360 (mineral vs proteinado); IV: PROT vs PROT 360 (narasina no proteinado). As médias dos tratamentos foram obtidas pelo comando LSMEANS, e foram considerados significativos quando $P < 0,05$.

5.8 Relação Custo-Benefício

A partir dos valores de consumo de suplementos e desempenho obtidos no experimento, foi realizada uma relação custo-benefício, com base nos valores de mercado dos produtos Bellnutri 90[®], Lambisk SA[®] e Zimprova[®]100, cotados em 20 de Setembro de 2017: Bellnutri 90[®] R\$ 68,18 (30 kg); Lambisk SA[®] R\$ 46,80 (30 kg); Zimprova[®]100 R\$ 1064,20 (25 kg). A relação custo-benefício foi realizada em função do valor da arroba do boi gordo, segundo o indicador CEPEA-ESALQ em 20 de Setembro de 2017.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Qualidade e quantidade de forragem

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios da composição química e massa de forragem ao longo dos cinco períodos experimentais.

Tabela 2 - Quantidade e qualidade da forragem conforme tratamento

Item	Dietas ¹				EPM ²	Valor de <i>P</i> ³						
	CON	1800	2750	PROT		PROT 360	I	II	III	IV	Período	Trat*Per
Disponibilidade												
Pasto, MS												
Entrada, ton/ha	13,28	13,16	12,40	12,59	12,46	0,71	0,53	0,42	0,48	0,89	<0,01	0,20
Saída, ton/ha	12,02	11,82	11,51	10,88	11,16	0,52	0,56	0,65	0,09	0,69	<0,01	0,07
Análise química, %												
MS	26,13	25,81	28,42	26,29	26,19	0,98	0,34	0,03	0,50	0,93	<0,01	0,40
PB	10,55	10,13	9,77	10,74	10,52	0,54	0,34	0,62	0,30	0,76	<0,01	0,50
FDN	67,36	67,54	67,56	67,59	67,08	0,62	0,80	0,98	0,79	0,56	<0,01	0,43
FDA	32,65	32,69	33,24	33,12	32,58	0,50	0,62	0,45	0,98	0,45	<0,01	0,19
MM	11,71	11,40	11,56	11,23	11,23	0,28	0,39	0,59	0,10	0,99	<0,01	0,64

Legenda: ¹CON: mistura mineral sem aditivo; 1800: inclusão de 1800 mg de narasina/kg de mistura mineral; 2750: inclusão de 2750 mg de narasina/kg de mistura mineral PROT: Suplemento proteinado sem aditivos; PROT 360: inclusão de 360 mg de narasina/kg de suplemento proteinado; ² EPM: erro padrão da média; ³ Contrastes ortogonais, I: CON vs 1800 e 2750, II: 1800 vs 2750, III: CON, 1800 e 2750 vs PROT e PROT 360, IV: PROT vs PROT 360.

Não houve efeito dos contrastes ortogonais, tampouco interação tratamento*período para as variáveis relacionadas a quantidade e qualidade da forragem. Com base nos dados apresentados na Tabela 2 é possível observar que as condições locais foram iguais entre os tratamentos, ou seja, questões relacionadas a qualidade e quantidade de forragem disponível para os animais foram as mesmas entre os tratamentos, sendo as diferenças observadas no desempenho dos animais explicadas pelos efeitos dos tratamentos experimentais.

Os valores médios de PB, massa de entrada (base na MS), massa de saída (base na MS), FDN, FDA e MM foram muito próximos entre os tratamentos, não havendo efeito dos contrastes. O único contraste que deu efeito foi o II para MS ($P = 0,03$), no entanto essa informação não é relevante, pois não afetou os parâmetros nutricionais, assim como a disponibilidade de forragem entre os tratamentos.

A oferta de forragem era alta, uma vez que a média de MS de saída dos piquetes foi de 11,48 Ton. Hodgson (1990) sugeriu o valor de 10 a 12 % do peso corporal a oferta de forragem para máximo consumo a pasto. A média de peso dos animais do experimento foi de 257,7 kg, portanto para haver 12% de massa de forragem em relação ao peso corporal, 4,3 Ton seriam o suficiente para atingir o máximo consumo do lote em cada período.

Houve efeito de período ($P < 0,01$) para todas as variáveis analisadas, evidenciando o fato de que as forragens variam o teor nutricional ao longo do tempo, como apresentado na Tabela 3. Espécie e/ou variedade da planta, condições ambientais, tipo de tecido e idade, forma química do nutriente considerado, níveis de nutriente e suas interações são os fatores diretamente responsáveis por alterações na concentração dos nutrientes na planta (MUNSON e NELSON, 1973).

Na tabela 3, o valor observado para MS no 3º período está muito baixo em relação aos demais devido a coleta do pastejo simulado ter sido realizada em um dia chuvoso.

Tabela 3 - Teores nutricionais médios da pastagem em cada período experimental

Período	PB¹ (%)	MM² (%)	FDN³ (%)	FDA⁴ (%)	EE⁵ (%)	CNF⁶ (%)	MS final⁷ (%)
1	8,9	9,9	69,4	32,5	1,37	10,43	31,2
2	8,4	10,8	68,8	32,5	1,39	10,61	24,7
3	13,8	11,9	65,9	31,7	1,05	7,35	16,8
4	11,6	12,3	65,5	32,2	1,34	9,26	27,4
5	9,5	12,4	67,6	36,0	1,25	9,25	33,3

Legenda: ¹PB: proteína bruta; ²MM: matéria mineral; ³FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; ⁴FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; ⁵EE: extrato etéreo; ⁶CNF: Carboidratos não fibrosos; ⁷MS final: matéria seca final.

6.2 Desempenho e consumo de mistura mineral

Para a análise das pesagens, GMD e consumo de suplementos, foi necessário retirar quatro animais por motivos de saúde.

Tabela 4 – Pesagens por tratamento em cada período, ganho médio diário e consumo de suplemento por tratamento no período experimental

Item	Dietas ¹				EPM ²	Valor de <i>P</i> ³				Trat*Per		
	CON	1800	2750	PROT		PROT 360	I	II	III		IV	
Peso, kg												
Inicial	219,63	219,67	219,67	219,63	219,63	0,18	0,88	1,00	0,89	1,00	-	-
28d	233,60	239,20	239,33	242,00	242,77	1,69	0,01	0,96	<0,01	0,75	-	-
56d	254,57	256,30	256,60	266,83	266,00	2,15	0,47	0,92	<0,01	0,78	-	-
84d	270,40	270,30	271,30	282,80	283,57	2,03	0,87	0,73	<0,01	0,79	-	-
112d	281,68	282,40	283,67	293,67	296,70	2,30	0,63	0,69	<0,01	0,35	-	-
140d	289,42	291,97	293,63	299,33	303,97	3,14	0,37	0,70	<0,01	0,29	-	-
GMD, kg	0,510	0,519	0,532	0,573	0,606	0,03	0,65	0,74	<0,01	0,41	<0,01	0,01
Con.Sup., kg/d	0,086	0,060	0,061	0,470	0,448	0,01	<0,01	0,89	<0,01	0,01	<0,01	<0,01

Legenda: ¹CON: mistura mineral sem aditivo; 1800: inclusão de 1800 mg de narsina/kg de mistura mineral; 2750: inclusão de 2750 mg de narsina/kg de mistura mineral PROT: Suplemento proteinado sem aditivos; PROT 360: inclusão de 360 mg de narsina/kg de suplemento proteinado; ² EPM: erro padrão da média; ³ Contrastes ortogonais, I: CON vs 1800 e 2750, II: 1800 vs 2750, III: CON, 1800 e 2750 vs PROT e PROT 360, IV: PROT vs PROT 360.

O peso médio dos animais no início do experimento foi de $219,65 \pm 1,62$ kg. Ao final do primeiro período (28 dias) foi observado efeito dos contrastes I e III ($P = 0,01$ e $P < 0,01$, respectivamente). O efeito encontrado para o contraste I demonstra que os animais que receberam suplemento mineral com narasina (1800 ou 2750mg/kg) apresentaram maior PC aos 28 dias do experimento em relação aos do tratamento controle (sal mineral sem narasina), com médias de peso superiores a 5,6 kg em relação ao CON (233,6; 239,20 e 239,33 kg para CON, 1800 e 2750, respectivamente). No entanto, esse efeito não foi observado nos períodos subsequentes, ao passo que no final do experimento as médias de peso dos tratamentos foram 289,42; 291,97 e 293,63 kg para CON, 1800 e 2750, respectivamente. Já o efeito do contraste III para o PC dos animais foi observado em todos os períodos experimentais, mostrando que os animais alimentados com suplementos proteinados apresentaram maior PC quando comparados a animais que receberam suplementos apenas com mistura mineral, chegando ao final do experimento com uma diferença de quase 10 kg a mais para os animais suplementados com suplementos proteinados (291,67 vs 301,65; médias dos tratamentos minerais vs tratamentos proteinados, respectivamente). Essa resposta é condizente com estudos prévios, os quais observaram que a suplementação proteinada pode encurtar o ciclo produtivo (ZANETTI et al., 2000; BARBOSA et al., 2007). Não houve diferença entre os tratamentos 1800 e 2750 assim como entre PROT e PROT 360 quanto às pesagens.

Houve interação tratamento*período ($P = 0,01$) para as variáveis GMD e consumo de suplementos, portanto esses dados foram analisados e discutidos dentro de cada período experimental.

Os GMD dos tratamentos 1800 e 2750 foram superiores ($P = 0,01$) ao do tratamento CON no primeiro período experimental (Tabela 5). Como não houve interação entre tratamento*período para características do pasto, então pode-se dizer que o maior ganho de peso ocorreu devido a adição de narasina ao suplemento mineral. Entretanto, nos períodos seguintes o GMD não diferiu entre os três tratamentos em questão. Silva et al. (2015) também avaliaram a inclusão de narasina na dieta de bovinos alimentados com dieta contendo elevado teor de volumoso, utilizando como veículo de fornecimento do ionóforo o suplemento mineral, e notaram maior GMD para os animais recebendo narasina na concentração de 1300 mg/kg da mistura mineral (74,6 mg/dia), no entanto, o período experimental total do estudo foi de apenas 28 dias. Esses resultados sugerem que a narasina melhora o GMD de animais a pasto durante o período inicial de suplementação,

entretanto esse benefício não se estende além do primeiro mês de adição. Por outro lado, em um estudo similar ao presente trabalho, Polizel et al. (2017) observaram que a narasina adicionada à mistura mineral, para consumos de 71,5 e 110 mg de narasina/dia, resultou em maiores GMD em relação ao tratamento controle nos primeiros períodos (0d a 28d e 28d a 56d), sem melhora no GMD do último período (56d a 84d) para garrotes em recria. Portanto um efeito benéfico mais prolongado em relação aos outros dois estudos. Esses resultados corroboram a ideia de que os microrganismos podem desenvolver resistência ao ionóforo, como relatado em estudos com monensina (DAWSON e BOLING, 1983; RUSSEL e STROBEL, 1989; LANA e RUSSEL, 1996).

Para melhorar a performance dos animais consumindo forragem, a narasina deve afetar o metabolismo ruminal, com melhor utilização da energia e/ou proteína dietéticas. Dietas a base de volumosos possuem elevados teores de FDN, assim o aumento na digestibilidade dessa fração impacta positivamente no desempenho animal. Polizel et al. (2016b) observaram que teores crescentes de narasina para ovinos alimentados com dietas com elevado teor de volumoso, não afetaram o consumo de nutrientes e aumentaram linearmente a digestibilidade da FDN.

Quanto a questão proteica, Polizel (2017) observou que a concentração ruminal de amônia diminuiu linearmente conforme a inclusão de concentrações de narasina em dieta com alto teor de volumoso para borregos. O mesmo autor observou que a concentração total de AGCC aumentou linearmente conforme o teor de narasina, e atrelou o fato de aumentar a concentração total de AGCC à tendência em aumentar a digestibilidade da FDN em conjunto com a melhor utilização da amônia pelos microrganismos, o que resultou em queda na concentração ruminal de amônia. O uso de monensina tem provocado efeitos consistentes no metabolismo do N, com inibição na desaminação, por afetar espécies bacterianas que utilizam aminoácidos e peptídeos como fonte de energia (RUSSELL et al., 1988). Assim, diminui a concentração de amônia e a degradação de proteína no rúmen, escapando mais proteína verdadeira do rúmen (YANG e RUSSELL, 1993 a, b).

Em todos os períodos não houve efeito do contraste II, ou seja, as doses de 1800 e 2750 mg de narasina/kg da mistura mineral responderam da mesma forma em relação a GMD. Silva et al. (2015) não notaram aumento no GMD em relação ao controle quando a concentração de 650 mg de narasina/kg de mistura mineral (N650) era fornecida, mas observaram aumento no GMD para a concentração de 1300 mg de narasina/kg de mistura mineral em relação ao controle e ao N650. Portanto deve haver uma concentração mínima

de inclusão de narasina para se obter resultados positivos, e uma faixa de inclusão capaz de obter respostas similares.

O contraste III foi significativo para GMD nos 1º e 2º períodos ($P < 0,01$ para ambos), não havendo efeito nos 3º, 4º e 5º períodos. Nos períodos 1 e 2 a PB média da forragem foi menor que nos períodos 3, 4 e 5 (8,9 e 8,4% vs 13,8; 11,6 e 9,5%; respectivamente), podendo ser uma causa da interação. Poppi e McLennan (1995), em uma revisão sobre estudos com suplementação proteinada, concluíram que a suplementação proteinada é mais responsiva quando os animais estão com oferta de forragem de baixa qualidade, sendo menor a resposta quando em forragens de melhor teor nutricional. Outra possível causa dessa interação é o fato da inclusão de proteinado não ter ocorrido de forma crescente, pelo contrário, mesmo os animais crescendo, a oferta de proteinado nos últimos períodos foi constante, 500 g/animal/dia (base úmida). O contraste IV não foi significativo para GMD, indicando que a inclusão de narasina no suplemento proteico não afetou essa variável.

Tabela 5 - Desdobramento da interação entre tratamento e período para a variável ganho médio diário (em kg)

Item	Dietas ¹				EPM ²	Valor de P ³			
	CON	1800	2750	PROT	PROT 360	I	II	III	IV
Período 1	0,499	0,698	0,703	0,799	0,827	0,01	0,96	<0,01	0,75
Período 2	0,749	0,611	0,617	0,887	0,830	0,07	0,94	<0,01	0,48
Período 3	0,586	0,518	0,545	0,591	0,651	0,48	0,77	0,23	0,51
Período 4	0,430	0,414	0,426	0,379	0,453	0,89	0,87	0,89	0,36
Período 5	0,287	0,354	0,369	0,210	0,269	0,39	0,88	0,14	0,56
Médias	0,510	0,519	0,532	0,573	0,606	0,65	0,74	<0,01	0,41

Legenda: ¹CON: mistura mineral sem aditivo; 1800: inclusão de 1800 mg de narsina/kg de mistura mineral; 2750: inclusão de 2750 mg de narsina/kg de mistura mineral PROT: Suplemento proteinado sem aditivos; PROT 360: inclusão de 360 mg de narsina/kg de suplemento proteinado; ² EPM: erro padrão da média; ³ Contrastes ortogonais, I: CON vs 1800 e 2750, II: 1800 vs 2750, III: CON, 1800 e 2750 vs PROT e PROT 360, IV: PROT vs PROT 360.

Tratando-se de consumo, ao analisar os tratamentos CON, 1800 e 2750, os quais a suplementação era com sal mineral, pode-se verificar que o consumo de suplemento foi maior nos primeiros períodos (0,098; 0,092; 0,058; 0,049 e 0,048 kg; médias de consumo diário de sal mineral dos tratamentos CON, 1800 e 2750, do 1º ao 5º período experimental). Tal comportamento pode estar atrelado ao aumento no teor de minerais na forragem, como observado na Tabela 3. Outro possível agente causal da curva de consumo observada é uma possível desmineralização pré-período experimental. Nesse momento é importante fazer uma contextualização do cenário da localidade. Para acessar a fazenda é preciso passar por uma ponte, a qual quebrou meses antes do início do experimento, dificultando a logística quanto ao recebimento de minerais, o que prejudicou a rotina da fazenda e comprometeu em partes o fornecimento de mistura mineral para os animais previamente ao início do experimento.

O desdobramento da interação entre tratamento e período ($P < 0,01$) para o consumo de suplemento está apresentado na Tabela 6 e na Figura 5. É possível observar que os animais do tratamento CON consumiram mais suplementos em relação aos dos tratamentos 1800 e 2750 nos períodos 1, 2 e 3 ($P < 0,01$ para ambos). Nesses períodos os animais do CON consumiram 0,119; 0,129 e 0,076 kg de suplemento/animal/dia, respectivamente; valores bem acima dos 0,040 – 0,045 kg/animal/dia históricos para a área. Nessa situação em que foi observado um consumo de suplemento acima do esperado, o ionóforo demonstrou ter a capacidade de reduzir o consumo do suplemento, sem que isso tenha afetado negativamente o desempenho do rebanho, pelo contrário, como dito anteriormente a inclusão de narasina aumentou o desempenho animal durante o 1º período do estudo. Nos 4º e 5º períodos o consumo do CON foi de 0,055 e 0,052 kg/animal/dia, não diferindo dos valores observados para os animais dos tratamentos 1800 e 2750. Com os resultados obtidos nesse experimento e com as informações dos trabalhos de Silva et al. (2015) e Polizel et al. (2017), acredita-se que a narasina pode ser veiculada via mistura mineral, uma vez que só foram observados efeitos benéficos, tais como aumento no GMD e menor gasto com suplementação.

Não foi observado efeito do contraste II para consumo de suplemento. Sendo assim, a quantidade de ionóforo ingerida pelos animais do tratamento 2750 foi superior à do tratamento 1800 (167,75 e 108 mg/dia, respectivamente), sem que isso tenha interferido no consumo de suplemento. Ou seja, as inclusões de 1800 ou 2750 mg de narasina/kg de suplemento obtiveram as mesmas respostas. Para consumos diários de

narasina de 71,5 e 110 mg, Polizel et al. (2017) não observaram diferença no CMM. Similarmante, Silva (2016) relatou que para consumos diários de narasina de 36,1 e 74,6 mg o CMM não foi afetado. Então, a resposta no consumo de suplemento está mais relacionada ao fato de haver ionóforo do que à concentração do mesmo. Talvez haja um platô em que as respostas sejam similares para uma faixa de inclusão. Houve efeito de tratamento para o contraste III ($P < 0,01$) durante todos os períodos experimentais, elucidando que o consumo de suplementos proteinados foi superior ao consumo de suplementos de mistura mineral, informação essa bem descrita pela literatura (SILVA et al., 2010).

Tabela 6 - Desdobramento da interação entre tratamento e período para a variável consumo de suplemento (kg)

Item	Dietas ¹ (ppm de narasina consumida)				EPM ²	Valor de P ³				
	CON	1800	2750	PROT		PROT 360	I	II	III	IV
Período 1	0,119	0,086 (27,2)	0,089 (42,9)	0,419	0,396 (24,7)	0,01	<0,01	0,76	<0,01	0,03
Período 2	0,129	0,077 (22,2)	0,070 (31,3)	0,578	0,512 (28,9)	0,01	<0,01	0,71	<0,01	<0,01
Período 3	0,076	0,051 (14,0)	0,046 (19,2)	0,440	0,438 (23,0)	<0,01	<0,01	0,58	<0,01	0,90
Período 4	0,055	0,042 (10,9)	0,051 (20,2)	0,460	0,445 (22,1)	0,01	0,26	0,31	<0,01	0,08
Período 5	0,052	0,044 (11,0)	0,049 (18,5)	0,453	0,452 (21,7)	0,01	0,25	0,41	<0,01	0,86
Médias	0,086	0,060 (16,9)	0,061 (26,2)	0,470	0,448 (24,7)	0,01	<0,01	0,89	<0,01	0,01

Legenda: ¹ CON: mistura mineral sem aditivo; 1800: inclusão de 1800 mg de narasina/kg de mistura mineral; 2750: inclusão de 2750 mg de narasina/kg de mistura mineral; PROT: Suplemento proteinado sem aditivo; PROT 360: inclusão de 360 mg de narasina/kg de suplemento proteinado; ² EPM: erro padrão da média; ³ Contrastes ortogonais, I: CON vs 1800 e 2750, II: 1800 vs 2750, III: CON, 1800 e 2750 vs PROT e PROT 360, IV: PROT vs PROT 360.

Figura 5 - Consumo de suplemento mineral, em kg, dos tratamentos CON, 1800 e 2750 ao longo do tempo

Houve efeito do contraste IV para consumo de suplemento nos períodos 1 e 2 ($P = 0,03$ e $P < 0,01$; respectivamente), não havendo efeito nos períodos 3, 4 e 5. No início do experimento, a oferta de proteinado foi *ad libitum*. Assim, lotes que consumissem todo o ofertado receberiam uma quantidade maior de suplemento na próxima oferta. O proteinado era de baixo consumo, com recomendação do fabricante de 0,140 a 0,200 kg a cada 100 kg de PC. Porém, em meados do 2º período notou-se que o consumo de proteinado estava acima do projetado, sendo observado consumos superiores a 700 g/animal/dia. A partir do dia 46 do experimento, a oferta diária de suplemento proteinado foi fixada em 0,500 kg/animal (Figura 6).

Informação que contribui para explicar o consumo crescente pelos animais que receberam o suplemento proteinado é que a pastagem nos 2 primeiros períodos vinha de períodos prolongados de descanso (diferida), com teores baixos de PB, estimulando o consumo de fontes proteicas. Outro ponto a ser levantado é que o Lambisk SA® normalmente é veiculado com a adição de monensina, um ionóforo que conhecidamente reduz consumo de suplemento (BECK et al., 2014; FIESER et al., 2007). Para o presente estudo o produto foi produzido sem a inclusão da monensina, o que pode ter afetado a capacidade de autorregulação de consumo do suplemento, apresentando assim uma ingestão superior a esperada.

Como citado anteriormente, o consumo de proteinado pode ter afetado o GMD, ao passo que os animais que consumiram proteinados obtiveram GMD maiores que os dos tratamentos com mistura mineral apenas nos períodos 1 e 2 (Tabela 5, Contraste III). Nos demais períodos não houve diferença entre os tratamentos quanto a GMD. O que pode explicar esse comportamento é que a relação consumo de proteinado/PC foi baixando ao longo do experimento, passando de 0,227 kg/100kg PC no 2º período para 0,153 kg/100kg PC no 5º período, para o tratamento PROT (Tabela 7). A alternativa para essa situação seria suplementar em função do PC, considerando nesse caso o ganho de peso dos animais (STOKES et al., 1988; CORREIA, 2006; SILVA et al., 2010).

Tabela 7 - Relação entre consumo de suplemento proteinado (base seca) e peso corporal médio

Tratamentos ¹					
PROT					PROT 360
Período	Consumo (kg)	Peso médio (kg)	Consumo(kg)/ 100 kg PC	Consumo (kg)	Consumo(kg)/ 100 kg PC
1	0,418	230,8	0,181	0,396	231,2
2	0,578	254,4	0,227	0,511	254,4
3	0,440	274,8	0,160	0,438	274,8
4	0,460	288,1	0,160	0,445	290,1
5	0,453	296,3	0,153	0,452	300,3

¹ PROT: Suplemento proteinado sem aditivo; PROT 360: inclusão de 360 mg de narsina/kg de suplemento proteinado.

Figura 6 - Consumo de suplemento proteinado (kg) por tratamento

É importante salientar que pelo fato dos animais consumirem mais suplemento que o esperado, o consumo de narasina nos primeiros períodos foi muito superior ao projetado, como é possível notar nas Tabelas 6 e 8.

Tabela 8 – Peso corporal médio dos animais e consumo estimado de narasina em partes por milhão (ppm)

Período	Tratamentos (dose projetada)					
	1800 (13 ppm)		2750 (20 ppm)		PROT 360 (20 ppm)	
	Peso médio	ppm	Peso médio	ppm	Peso médio	ppm
1	229,5	27,2	229,5	42,9	231,2	24,7
2	248,0	22,2	248,0	31,3	254,4	28,9
3	263,6	14,0	264,0	19,2	274,8	23,0
4	276,5	10,9	277,5	20,2	290,1	22,1
5	287,2	11,0	288,7	18,5	300,3	21,7

Para entendimento da quantidade de narasina ingerida, segue o exemplo do cálculo para o tratamento 1800 no 1º período, onde o peso médio dos animais no período foi de 229,50 kg (média das pesagens dos dias 0 e 28). O CMS não foi mensurado, mas estimado em 2,5% PC, levando em conta a disponibilidade e a qualidade da forragem. É importante deixar claro que a inclusão em ppm é com base na estimativa do CMS, o qual não foi mensurado no experimento e pode haver variação em relação ao projetado. O consumo de suplemento foi de 0,086 kg (Tabela 6) e a concentração de narasina no suplemento 1800 mg/kg. Utilizou-se então a seguinte fórmula:

Narasina consumida em ppm = (consumo de suplemento em kg*concentração de narasina em mg/kg) / (peso médio em kg*CMS estimado em %)

Ao colocar os valores na fórmula, temos:

Narasina consumida em ppm = $(0,086 * 1800) / (229,50 * 0,025) = 27$ ppm

No exemplo, a média de narasina ingerida foi 107,7% maior que a projetada. Contudo, no decorrer do experimento o consumo de sal e consequentemente de narasina diminuiu, e ao final do experimento o consumo dos tratamentos alinhou-se ao projetado.

6.3 Erraticidade de consumo

Durante o período experimental foi possível coletar 78 dados de consumo por parcela, com intervalos entre mensurações de um, dois ou três dias. Foi realizado o cálculo de consumo médio de suplemento por animal/dia para cada intervalo de coleta, e elaborados gráficos para demonstrar o hábito de consumo de sal por parte dos animais. Serão apresentados a seguir os gráficos de consumo de suplemento/animal/parcela, de acordo com o tratamento.

Figura 7 - Consumos diários dos blocos do tratamento CON

Figura 8 - Consumos diários dos blocos do tratamento 1800

Figura 9 - Consumos diários dos blocos do tratamento 2750

Observando as figuras 7, 8 e 9 fica clara a erraticidade de consumo de suplemento, independente da inclusão do ionóforo. Essa variação deve ser ainda maior quando analisado animal a animal, pois na figura cada linha refere-se a média de 5 animais que compunham cada parcela.

Para a adição de qualquer molécula ao sal mineral, é preciso levar em conta a erraticidade no consumo do suplemento, portanto o aditivo deve ter a capacidade de manter o efeito mesmo quando consumido além ou aquém do ideal e em intervalos de tempo maiores que um dia. O modo de ação da narasina ainda está sendo testado, mas dados de Oliveira et al. (2017) mostraram que quanto maior o intervalo entre consumos de narasina, menor seu efeito. Porém, quando o consumo de narasina ocorreu até a cada 48 horas não houve diferença quando comparado com o consumo diário. No presente experimento ocorreu efeito no GMD no primeiro período mesmo com possíveis intervalos entre consumos. Não foi mensurado como cada animal se comportou, mas acredita-se que devido a uma possível desmineralização pré-período experimental, os animais consumiram o suplemento mineral com maior frequência no primeiro período, sendo possível constatar pelo menor número de consumos perto de zero no início do experimento e maior frequência de consumos baixos com o passar do tempo. Essa questão pode ter contribuído para o maior GMD encontrado para os tratamentos com narasina no primeiro período.

Figura 10 - Consumos diários dos blocos dos tratamentos PROT (4) e PROT 360 (5)

Na Figura 10 é possível notar erraticidade no consumo em um primeiro momento, no entanto, ao se adaptarem ao ambiente e ao suplemento, observa-se aumento na ingestão diária do suplemento. A partir do momento em que se fixou a oferta em 0,5 kg/animal/dia (base úmida) houve uniformidade no consumo.

Como já mencionado, houveram ofertas diárias assim como a cada dois ou três dias. Portanto, por mais que o gráfico apresente uma homogeneidade no consumo, talvez na realidade pode também ter havido erraticidade de consumo, com ingestão de todo o suplemento no dia ofertado. A informação que sustenta esse pensamento é que, devido ao consumo excessivo de proteinado foi necessário fixar a oferta.

Embora o valor apresentado na figura seja uma média do consumo de 5 animais, a linha de cocho era de 3 m, o suficiente para todos, uma vez que a recomendação de linha de cocho para suplementação com sal proteinado é de 7 cm/cabeça (BURGI e PIRES, 2010); além disso os animais chegavam ao mesmo tempo para fazerem uso do produto.

6.4 Relação custo-benefício

Foi realizada uma relação de custo-benefício, com base nos valores de mercado dos produtos Bellnutri 90[®], Lambisk SA[®] e Zimprova[®]100. Cotados em 20 de Setembro de 2017: Bellnutri 90[®] R\$ 68,18 (30 kg); Lambisk SA[®] R\$ 46,80 (30 kg); Zimprova[®]100 R\$ 1064,20 (25 kg). A relação custo-benefício foi realizada em função do valor da arroba do boi gordo, segundo o indicador CEPEA-ESALQ em 20 de Setembro de 2017 (R\$ 141,60). Nas Tabelas 9 e 10 são apresentados os custos com suplemento a partir do seu consumo pelos tratamentos, os custos das inclusões de narasina nos suplementos, os ganhos em peso e R\$ obtidos por tratamento com base na arroba do boi gordo, e o lucro para cada tratamento, levando em conta apenas o custo do suplemento, sem considerar nenhum outro custo inerente à produção. O período considerado foi de 140 dias, tempo de duração do experimento.

Tabela 9 - Custo da suplementação conforme o tratamento

Item	CON	1800	2750	PROT	PROT 360
Consumo suplem./dia (kg)	0,086	0,060	0,061	0,470	0,448
Suplem. 140 dias (kg)	12,04	8,40	8,54	65,80	62,72
R\$ suplementação	27,36	19,09	19,41	102,65	97,84
narasina total (kg)	-	0,0151	0,0235	-	0,0226
Zimprova [®] 100 (kg)	-	0,1512	0,2349	-	0,2258
Custo Zimprova [®] 100 (R\$)	-	6,48	10,06	-	9,67
Custo total (R\$)	27,36	25,57	29,47	102,65	107,52

Tabela 10 - Lucro em relação ao valor gasto com suplementação conforme o tratamento

Item	CON	1800	2750	PROT	PROT 360
GMD (kg)	0,510	0,519	0,532	0,573	0,606
Peso ganho (kg)	71,4	72,66	74,48	80,22	84,84
R\$ ganho	337,01	342,96	351,55	378,64	400,44
Custo total (R\$)	27,36	25,57	29,47	102,65	107,52
Lucro (R\$)	309,65	317,39	322,08	275,99	292,93

Ao analisarmos as Tabelas 9 e 10 verificamos que os tratamentos em que a narasina estava presente proporcionaram lucros numericamente maiores em relação aos tratamentos controle, tanto para suplementação mineral quanto para suplementação proteica. Isso é devido a um menor consumo de suplemento sem efeito no GMD, observados para os tratamentos com narasina. O tratamento que proporcionou o maior lucro nessa simulação foi o tratamento com suplementação mineral com adição de 2750mg de narasina/kg do suplemento.

7 CONCLUSÕES

A inclusão de 1800 e 2750 mg de narasina/kg do suplemento mineral aumenta GMD em período inicial de suplementação. Para as concentrações de narasina testadas no suplemento mineral não houve diferença nas respostas em relação a ingestão de suplemento mineral e GMD, não justificando o uso do maior nível de inclusão. A narasina tem a capacidade de controlar o consumo de suplemento mineral em situações de ingestão de suplemento maior do que o esperado, entretanto, esse fato não afeta o GMD dos animais.

Os suplementos proteinados foram consumidos em maior quantidade do que os minerais, no entanto, o GMD de animais submetidos a proteinados (22% PB e 0,5 kg/cabeça) foram maiores que os animais submetidos a suplementação mineral apenas durante o período inicial de suplementação. A inclusão de narasina no suplemento proteinado não resultou em melhoria no desempenho.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para melhor entendimento do modo de ação da narasina e do comportamento da flora ruminal em dieta com alta inclusão de volumoso, está sendo conduzido pelo LNRA um estudo de metabolismo com os tratamentos 0, 13 e 20 ppm de narasina, com análise genômica do conteúdo ruminal. Com as informações que serão obtidas, poderão ser melhor compreendidos o funcionamento da molécula e o seu tempo de eficácia.

9 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. Disponível em <<http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=8>>; acesso em 26/05/2016.

ARKFELD, K. E.; CARR, S. N.; RINCKER, P. J.; GRUBER, S. L.; ALLEE, G. L.; DILGER, A. C.; BOLER, D. D. Effects of narasin (Skycis) on live performance and carcass traits of finishing pigs sold in a three-phase marketing system. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 5028-5035, 2015.

ASCHENBACH, J.; PENNER, G. B.; STUMPF, F.; GÄBEL, G. Ruminant Nutrition Symposium: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 1092-1107, 2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis**. 15ed. Washington, D.C., 1990. 1298p.

BAGLEY, C. P.; FEAZEL, J. I.; MORRISON, D. G.; LUCAS, D. M. Effects of Salinomycin on Ruminal Characteristics and Performance of Grazing Beef Steers. **Journal of Animal Science**, v. 66, n. 3, p. 792-797, 1988.

BAKER, B.S. Mineral concentration of forage species grown in central West Virginia on various soils series. **Bulletin 653**, 1977. West Virginia University.

BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D. S.; MAFFEI, W. E.; SILVA JÚNIOR, F. V.; SOUZA, G. M. Desempenho e consumo de matéria seca de bovinos sob suplementação protéico-energética, durante a época de transição água-seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59(1), p. 160-167. 2007.

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

BERCHIELLI, T. T.; BERTIPAGLIA, L. M. A. Utilização de aditivos na produção de bovinos de corte. In: **Bovinocultura de corte**, Piracicaba, SP. FEALQ, v. 1, p. 295-323, 2010.

BERCHIELLI, T. T.; CANESIN, R. C.; FIORENTINI, G.; RIBEIRO JR, C. S. Uso de fitocompostos e aditivos na modulação da fermentação ruminal. In: **Anais do III simpósio internacional – Avanços em Técnicas de Pesquisa na Nutrição de Ruminantes**, Pirassununga, FZEA/USP, v. único, p. 87-114, 2011.

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

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.

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

BURGI, R.; PIRES, A. V. Instalações para bovinos de corte. In: **Bovinocultura de corte**, Piracicaba, SP. FEALQ, v. 1, p. 98-126, 2010.

CECATO, U.; REGO, F. C. A.; CANTO, M.; RIBAS, N.; ALMEIDA JUNIOR, J.; PETERNELLI, M. Conteúdo de minerais do capim Tanzânia manejado em diferentes alturas, sob pastejo. In: **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, 38., Piracicaba, SP, 2001. Anais. Piracicaba: SBZ, 2001.p.120-1.

CEPEA ESALQ USP. Disponível em
<<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/boi-gordo.aspx>>; acesso em 20/09/2017.

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

COPPOCK, C. E.; EVERETT, R. W.; MERRILL, W. G. Effect of Ration on Free Choice Consumption of Calcium-Phosphorus Supplements by Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 55, n. 2, p. 245-256, 1972.

COPPOCK, C. E.; EVERETT, R. W.; BELYEA, R. L. Effect of Low Calcium or Phosphorus Diets on Free Choice Consumption of Dicalcium Phosphate by Lactating Dairy Cows. **Journal of Animal Science**, v. 59, n. 3, p. 571-580, 1976.

CORREIA, P. S. **Estratégias de suplementação de bovinos de corte em pastagens durante o período das águas**. 2006. 333p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

DAWSON, K. A.; BOLING, J. Monensin-resistant bacteria in the rumens of calves on monensin-containing and unmedicated diets. **Applied and Environmental Microbiology**, p. 46:160, 1983.

DEGANI, H.; ELGAVISH, G. A. Ionic permeabilities of membranes. Sodium-23 and lithium-7 NMR studies on ion transport across the membrane of phosphatidylcholine vesicles. **FEBS Letter**, v. 90, n. 2, p. 357, 1978.

DOMINGUES, J. L. **Produção de matéria seca, digestibilidade *in vitro*, teores de fibra e de minerais na parte aérea do capim Pensacola, em função da idade de corte**. 1993. 104p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

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

- ELLIS, J. L.; DIJKSTRA, J.; BANNINK, A.; KEBREAB, E.; HOOK, S. E.; ARCHIBEQUE, S.; FRANCE, J. Quantifying the effect of monensina dose on the rumen volatile fatty acid profile in high-grain-fed beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 2717-2726, 2012.
- FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. Production systems: an example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, p. 238-243, 2010.
- FIESER, B. G.; HORN, G. W.; EDWARDS, J. T. Effects of energy, mineral supplementation, or both, in combination with monensin on performance of steers grazing winter wheat pasture. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 12, p. 3470-3480, 2007.
- FITZSIMONS, J. T. Angiotensin, Thirst, and Sodium Appetite. **Physiological Reviews**, v. 78, n. 3, p. 583-686, 1998.
- FULLER, J. R.; JOHNSON D. E. Monensin and lasalocid effects on fermentation in vitro. **Journal of Animal Science**, v. 53, p. 1574, 1981.
- GOBATO, L. G. M.; SILVA, R. G.; MISZURA, A. A.; POLIZEL, D. M.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; OLIVEIRA, G. B.; BERTOLONI, A. V.; BARROSO, J. P. R.; PIRES, A. V. Effects of narasin addition in mineral mixture on gain and intake of feedlot Nellore heifers. **Journal of Animal Science**, Baltimore, v. 95, supplement 4, p. 266. 2017.
- GOERING, H. K.; P. J. VAN SOEST. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Applications). Agriculture Handbook. No. 379. **Agricultural Research Service**, US Dept. Agric., Washington, DC. 1970
- GOODRICH, R. D.; GARRETT, J. E.; GAST, D. R.; KIRICK, M. A.; LARSON, D. A.; MEISKE, J. C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1484- 1498. 1984.
- GOULART, R. C. D. **Avaliação de antimicrobianos como promotores de crescimento via mistura mineral para bovinos de corte em pastejo**, 2010. 128p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem). Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2010.
- GUTIERREZ, R. R. V. **Efeito da monensina sódica misturada ao sal mineral no desempenho produtivo de bovinos da raça nelore em pastagens de Brachiaria Decumbens**. 1997. p. 34 Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho, Botucatu, 1997.
- HODGSON, J. **Grazing management science into practice**. Essex: Loughman Group UK Ltda., 1990. 203p.
- HORN, G. W.; MADEL, T. L.; ARMBRUSTER, S. L.; FRAHM, R. R. Effect of Monensin on Ruminal Fermentation, Forage Intake and Weight Gains of Wheat Pasture Stocker Cattle. **Journal of Animal Science**, v. 52, n. 3, p. 447-454, 1981.

IAPAR, Instituto Agrônômico do Paraná, 2017. Disponível em <http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Londrina.htm>; Acesso em 14 de Agosto de 2017.

ONU, Organização das Nações Unidas, 2017. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/apesar-de-baixa-fertilidade-mundo-tera-98-bilhoes-de-pessoas-em-2050/>>; Acesso em 14 de Novembro de 2017.

IBGE. ISSN 0103-6157 Censo agropec., Rio de Janeiro, p.1-777, 2006. Disponível em <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>; Acesso em 26 de Maio de 2016.

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, n. 7, p. 1050-1057, 1988.

KÖPPEN, W.P. **Grundriss der Klimakunde.**, 1931. Berlin: Walter Gruyter, 390p.

LANA, R. P.; RUSSEL, J. B. Use of potassium depletion to assess adaptation of ruminal bacteria to ionophores. **Applied and Environmental Microbiology**, v.64, p. 4499, 1996.

MCDOWELL, L. R. Feeding minerals to cattle on pasture. **Animal Feed Science and Technology**, v. 60, n. 3-4, p. 247-271, 1996.

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, Suppl. E, p. E194-E203, 2001.

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

MULLER, L. D.; SCHAFFER, L. V.; HAM, L. C.; OWENS, M. J. Cafeteria Style Free-Choice Mineral Feeder for Lactating Dairy Cows. **Jornal of Dairy Science**, v. 60, n. 10, p. 1574-1582, 1977.

MUNSON, R. D.; NELSON, W. L. Principles and practices in plant analysis. In: WALSH, L. M. e BEATON, J. D. (ed.). Soil testing and plant analysis. Madison: **Soil Science Society of America**, p. 223-248, 1973.

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

NAGARAJA, T. G.; NEWBOLD, C. J.; VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Eds). **The rumen Microbial Ecosystem**. Blackie Academic and professional, London. 1997. p. 523-632.

NICODEMO, M. L. F. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. Documentos, ISSN 1517-3747; 2001, 106 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th ed. **National Academic Press**, Washington, DC.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. L. M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: **Nutrição de Ruminantes**, Jaboticabal, SP. FUNEP, p. 193-238, 2006.

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.

OLIVEIRA, G. B.; POLIZEL, D. M.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; MISZURA, A. A.; BERTOLONI, A. V.; BARROSO, J. P. R.; GOBATO, L. G. M.; MARTINS, A. S.; PIRES, A. V. Efeito da frequência de fornecimento de narasina no desempenho de cordeiros. **XI Simpósio de Pós-Graduação e Pesquisa em Nutrição e Produção Animal-VNP 2017**.

OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D. C. 1988. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood cliffs. p. 146-171.

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

PEDREIRA, M.S.; PRIMAVESI, O. Impactos da produção animal sobre o ambiente. In: **Nutrição de Ruminantes**, Jaboticabal, SP. FUNEP, p. 497-511, 2006.

PEIXOTO, P. V.; MALAFAIA, P.; MIRANDA, L. V.; CANELLA, C. F. C.; CANELLA FILHO, C. F. C.; VILAS BOAS, F. V. Eficiência reprodutiva de matrizes bovinas de corte submetidas a três diferentes tipos de suplementação mineral. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 23(3), p. 125-130, 2003.

PEIXOTO, P. V.; MALAFAIA, P.; BARBOSA, D. J.; TOKARNIA, C. H. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, 2005.

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. 5, v. 94, p. 639, 2016a.

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

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

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

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

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

RAMOS, A. K. B. **Avaliação do crescimento, componentes produtivos e composição mineral de três gramíneas forrageiras tropicais**. 1997. 152p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo”, Piracicaba, 1997.

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

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J.; CHEN, G. Enrichment and isolation of a ruminal bacterium with a very high specific activity of ammonia production. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 54, p. 872-877, 1988.

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

RUSSELL, J. B.; RYCHLIK, J. L. Factors that alter rumen microbial ecology. **Science**, New York, v. 292, p. 1119-1122. 2001.

SAINI, R. K.; HESTER, R. K.; SOMANI, P.; PRESSMAN, B. C. Characterization of the coronary vasodilator and hemodynamic actions of monensin, a carboxylic ionophore. **Journal of Cardiovascular Pharmacology**, v. 1, p. 123, 1979.

SARTORI, E. D.; CANELLAS, L. C.; PEREIRA, G. R.; MOOJEN, F. G.; CARVALHO, H. R. Performance of beef heifers supplemented with sodium lasalocid. **Tropical Animal Health Production**, v. 49, p. 273-279, 2017.

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

SILVA, R. G.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; GOUVEA, V. N.; POLIZEL, D. M.; SANTOS, M. H.; MISZURA, A. A.; ANDRADE, T. S.; WESTPHALEN, M. F.; BIEHL, M. V.; PIRES, A. V. Effect of narasina in mineral mix to Nellore heifers fed with high forage. **Journal of Animal Science**, vol. 93, Suppl. s3, p.118, 2015.

SILVA, R. O.; BARIONI, L. G.; HALL, J. A. J.; MATSUURA, M. F.; ALBERTINI, T. Z.; FERNANDES, F. A.; MORAN, D. Increasing beef production could lower greenhouse gas emissions in Brazil if decoupled from deforestation. **Nature Climate Change**, v. 6, p. 493–497, 2016.

SILVA, R. R.; PRADO, I. N.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, F. F.; ALMEIDA, V. V. S.; SANTANA JÚNIOR, H. A.; PAIXÃO, M. L.; ABREU FILHO, G. Níveis de suplementação na terminação de novilhos Nelore em pastagens: aspectos econômicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2091-2097, 2010.

SHIRLEY, R. L. Water Requirements for Grazing Ruminants and Water as a Source of Minerals. In: Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates, Orlando, FL. **Academic Press**, v. unico, p. 37-55, 1985.

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSenaar, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; HAAN, C. D. **Livestock's long shadow**: Environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy, 2006, 390p.

STOKES, S. R.; GOETSCH, A. L.; JONES, A. L.; LANDIS, K. M. Feed intake and digestion by beef cows fed prairie hay with different levels of soybean meal and receiving postprandial administration of antibiotics. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 1778-1789, 1988.

STRASIA, C. A.; OWENS, F. N.; HICKS, R. B.; MARTIN, J. J.; GILL, D. R. A comparison of monensin, narasin, salinomycin and tylosin on feedlot performance of steers. **Animal Science research report**. 1987.

SUHARYONO, J. **Estimation of dietary intake in sheep, using lithium as a marker**. 1992. 92p. Dissertação (Mestrado em Animal Science) – Armidale: University of New England, 1992.

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

TILMAN, D.; CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, p. 671-677, 2002.

UNDERWOOD, E. J. The mineral nutrition of livestock. London: **Academic press**, 1981. 111p.

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. 3583-3597, 1991.

WATSON, R. T.; MEIRA FILHO, L. G.; SANHUEZA, E.; JANETOS, T. 1992. Greenhouse gases: Sources and sinks. p. 25–46. In J.T. Houghton, B.A. Callander, and S.K. Varney (ed.) Climate change 1992. The supplementary report to the IPCC scientific assessment. **Cambridge University Press**, Cambridge.

WOUTERS, F.; WOUTERS, A. T. B.; BARROS, C. S. L. Intoxicação Experimental por Narasina em Ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 17, n. 3-4, 1997.

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

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

YANG, C. M. J.; RUSSELL, J. B. Effect of monensin on the specific activity of ammonia production by ruminal bacteria and disappearance of amino nitrogen from the rumen. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 59, p. 3250, 1993a.

YANG, C. M. J.; RUSSELL, J. B. The effect of monensin supplementation on ruminal ammonia accumulation *in vivo* and the number of amino acid-fermenting bacteria. **Journal of Animal Science**, v. 7, p. 3470, 1993b.

ZANETTI, M. A.; RESENDE, J. M. L.; SCHALCH, F.; MIOTTO, C. M. Desempenho de novilhos consumindo suplemento mineral proteinado convencional ou com ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 935-939. 2000.

ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P.; CECON, P. R. Desempenho de novilhas mestiças e parâmetros ruminais em novilhos, suplementados durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 1050-1058, 2002.