

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS

ANDRÉ LUIZ NAGATANI RIGUEIRO

ZOOTECNISTA

**PROTOCOLOS PARA O USO COMBINADO DE MONENSINA
SÓDICA E VIRGINIAMICINA EM DIETAS DE BOVINOS
NELORE CONFINADOS**

Dracena

2016

ANDRÉ LUIZ NAGATANI RIGUEIRO

**PROTOCOLOS PARA O USO COMBINADO DE MONENSINA
SÓDICA E VIRGINIAMICINA EM DIETAS DE BOVINOS
NELORE CONFINADOS**

Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Campus de Dracena como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Prof. Dr. Danilo Domingues Millen
Orientador

Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni
Co-Orientador

Dracena

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

R572p Rigueiro, André Luiz Nagatani.
Protocolos para uso combinado de monensina sódica e virginiamicina em dietas de bovinos Nelore confinados / André Luiz Nagatani Rigueiro. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2016
70 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Ciência e Tecnologia Animal, 2016

Orientador: Danilo Domingues Millen
Co-orientador: Mário de Beni Arrigoni
Inclui bibliografia

1. Bovinos de corte. 2. Ionóforo. 3. Confinamento. 4. Nelore.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Protocolos para uso combinado de monensina sódica e virginamicina em dietas de bovinos Nelora confinados.

AUTOR: ANDRÉ LUIZ NAGATANI RIGUEIRO
ORIENTADOR: DANILO DOMINGUES MILLEN

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: PRODUÇÃO ANIMAL, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. DANILO DOMINGUES MILLEN
Conselho de Curso de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas do Dracena

Prof. Dr. RAFAEL DA COSTA CERVIERI
Nutribeef Consultoria

Pesquisador Científico GUSTAVO REZENDE SIQUEIRA
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / APTA / Colina/SP

Ilha Solteira, 14 de janeiro de 2016

DEDICATÓRIA

Ao meu grande amigo, **VITOR FAVA** “in memorian”, pela amizade verdadeira e companheirismo, pelos ensinamentos e conselhos que me deu ainda quando criança, por ter sido muitas vezes pai, muitas vezes o irmão mais velho e por muitas vezes o irmão mais novo. Obrigado por me ensinar o verdadeiro amor pela profissão, o céu ganhou o melhor médico veterinário que conheci e é a ti meu amigo que dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por ter me dado força e discernimento durante mais uma fase de minha vida.

À minha família, em especial a minha mãe Marcia e meu irmão Lucas, que são tudo em minha vida e que nunca me deixaram faltar amor, carinho, respeito e acima de tudo: fé. Vocês são os maiores responsáveis por toda esta jornada que tenho feito até aqui e é desta forma que tento retribuir toda confiança que depositaram em mim durante todos estes anos.

Gostaria de manifestar minha imensa gratidão ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Danilo Domingues Millen, pela orientação, confiança, incentivo e por todas as oportunidades oferecidas nestes quase 6 anos de orientação e amizade, pelos conselhos e pela paciência durante os equívocos durante a condução deste projeto de pesquisa, mas novamente agradeço pela amizade.

Ao Prof. Dr. Mario De Beni Arrigoni, pela co-orientação na condução deste projeto.

A Prof. Dra. Cyntia Ludovico Martins por me acolher em Botucatu, pelos conselhos e pela amizade e com certeza pelo auxílio durante o desenvolvimento deste projeto.

Ao Prof. Dr. Marco Aurélio Factori pela amizade, pelos conselhos e ajuda durante a condução deste experimento.

Ao meu “irmão” que encontrei em Botucatu e companheiro de experimento Felipe “Xuasneguer” que dividiu comigo cada minuto gasto durante a condução deste experimento, dividindo também alguns momentos de tristeza, mas sem sombra de dúvidas muitos de alegrias com a boa e velha gelada pra tirar o pó de feno da garganta.

Aos amigos e estagiários “braços direitos” do confinamento durante a condução deste experimento: Leonardo “Pança”, Conrado “Bico de Bule”, Gabriel “Nanico”, Antônio “Mormaço”, Lucas “Fezes”, Ramon “Benegripe”, Ana Paula “Pudim”, Leticia “Preta Gil”, Renata “Kidó”, Lucas “Sueco”, Mariana “Saskuati”, Isabela “Crinuda”, Isabela “Lambiaki”, Tainá “Patrás”, Alex “Cruzado”, Amanda, “Fiera”, “Tintim”, “Priminha”, “Gela Pau”.

A minha namorada Tatiane Souza dos Santos, que com muito amor, carinho e muita paciência sempre me incentivou a buscar forças e seguir em frente, com certeza o mérito desta conquista também é dela.

Aos amigos de Pós-Graduação que sempre me ajudaram durante a condução deste experimento: Ismael “Anu”, Alexandre “Xoxo”, Carol “Femea”, Daniela “Caminhoneira”.

Aos funcionários do setor de Confinamento de Bovinos de Corte de Botucatu: Cidão, Sidnei, Wilson, Eduardo e Dinho pela dedicação e empenho para que tudo desse certo durante este período.

Ao “Carlão”, funcionário do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal pela ajuda com as questões burocráticas dentro da universidade.

Ao Prof. Dr. Alexandre Secorun Borges e ao Giovane Olivo pelo auxílio, extrema dedicação e atenção nas análises do perfil metabólico sanguíneo.

A república DNA – “Dia e Noite Alcoolizados” por terem me acolhido durante o tempo que permaneci em Botucatu.

Aos meus amigos de Pós-Graduação de Dracena, Murillo “Aids”, Daniel “Dunha” e Alan “Zé Botinha”, que estão sempre comigo e me ajudaram na finalização deste estudo.

Aos veteranos que estão sempre por perto e me aconselhando, em especial onde incluo novamente meu grande amigo Murillo “Aids”, e meus grandes amigos Rafael “Bingola”, Raoni “Salsicha” e Tonny “Pokemon” pela amizade e ajuda em tudo que preciso.

A terceira turma de mestrado do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Animal pela amizade e companheirismo, principalmente durante os inacabáveis 30 créditos em disciplinas.

Aos amigos da Graduação e parceiros de laboratório: Ana “Capada”, Mariana Squizatti, Gustavo “Cú Nosso”, Alice “Xoxota”, Mylena “Danete”, Aryane “Baca”, Ana “Égua”, Sofia e Anderson “Liso”.

As minhas lindas amigas que nunca me abandonaram e se fizeram presente de alguma forma: Larissa “Tomico”, Mayara “Joaninha”, Kamila “Kanachuê”, Daniela “Trucker” e Natália “Tomanca”.

A meus amigos de infância, em especial mais uma vez ao meu grande irmão “Gordo Rossi” que nunca me abandonou, e sempre esteve presente nas horas mais importantes de minha estadia em Dracena.

A todos os funcionários do Campus de Dracena, com uma atenção especial a meus amigos Wanderson, o “W” e ao Edson, o “Boy Magia” pela paciência durante os dias de laboratório em que estes sempre se dispuseram a ajudar.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, pela bolsa de estudos e pelo financiamento dos recursos utilizados na condução desta pesquisa.

E é claro, minha enorme gratidão a República K-baret, onde tive o prazer de conhecer grandes amigos, sempre me ensinando muito sobre crescimento pessoal, responsabilidade, comprometimento e é claro sobre como Deus coloca as pessoas certas nos lugares certos.

A todos que não foram citados aqui e que, de alguma forma ou outra, deram sua contribuição para que essa dissertação fosse concluída.

MUITO OBRIGADO!

“Alguns homens veem as coisas como são, e dizem Porquê? Eu sonho com as coisas que nunca foram e digo Por que não?”.

(George Bernard Shaw)

“E mesmo que os meus passos sejam falsos, mesmo que os meus caminhos sejam errados, mesmo que o meu jeito de levar a vida incomode, eu sei quem eu sou, e sei pelo que devo lutar. Se você acha que o meu orgulho é grande, é por que nunca viu o tamanho da minha fé”.

(Tião Carreiro)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do uso combinado de monensina sódica (MON) e virginiamicina (VM) sobre o desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça, e saúde ruminal de bovinos Nelore terminados em confinamento. Foram utilizados 72 animais machos inteiros da raça Nelore, com peso vivo médio inicial de $388 \pm 31,07$ kg, provindos de sistema de recria em pasto. Os animais foram divididos em quatro tratamentos de acordo com associação ou não dos aditivos nas fases de adaptação e terminação: MON (30 mg/kg) na adaptação + terminação; MON (30 mg/kg) + VM (25 mg/kg) na adaptação e VM (25 mg/kg) na terminação; MON (30 mg/kg) + VM (25 mg/kg) na adaptação e VM (25 mg/kg) + MON (30 mg/kg) na terminação e VM (25 mg/kg) na adaptação e MON (30 mg/kg) + VM (25 mg/kg) na terminação, caracterizando assim delineamento em blocos casualizados, em que cada tratamento contou com 6 repetições (3 animais por baia, sendo as baias as unidades experimentais). A duração do experimento foi de 90 dias, sendo 19 dias de adaptação, divididos em três períodos (7, 5 e 7 dias) com dietas de 69%, 74% e 79% de ingredientes concentrados, respectivamente; e 71 dias de terminação, com dieta contendo 84% de concentrado. Durante a fase de adaptação, a suplementação somente com VM aumentou a ingestão de matéria seca em quilos (IMSKG), ingestão de matéria seca em % do peso vivo (IMSPV), diminuiu a flutuação da ingestão de matéria seca (IMS) em quilos e em porcentagem e diminui os dias para os animais atingirem 2% de IMSPV ($P < 0,05$). No período total de confinamento, a suplementação com MON e VM na fase de adaptação e somente VM na terminação aumentou o PV final, IMSKG, IMSPV, GPD, peso de carcaça quente, área de olho de lombo (AOL) final e ganho de AOL por dia. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para os parâmetros relacionados a saúde ruminal e seletividade da ração ($P > 0,05$). Desta forma, a suplementação com somente VM melhorou o desempenho dos animais na fase de adaptação, no entanto, a suplementação com MON e VM na fase de adaptação e somente VM na terminação melhorou o desempenho e características de carcaça dos animais sem diferenças nos parâmetros relacionados a saúde ruminal e seletividade da dieta.

Palavras-chave: Histologia. Ionóforo. Antibiótico. Papila. Rúmen.

ABSTRACT

The experiment was designed to evaluate the effect of combined use of monensin (MON) and virginiamycin (VM) in the adaptation period and finishing period on feedlot performance, feeding behavior, ruminal health and carcass characteristics of Nellore cattle. Seventy two 26-mo-old yearling Nellore bulls (388 ± 31.07 kg) , backgrounded on pasture were randomly allocated and kept in 24 pens (10 m² and e 1.67 m bunk space per animal) according to the treatments: MON (30 mg / kg) in the adaptation and finishing period, MON (30 mg / kg) + VM (25 mg / kg) in adaptation and only VM (25 mg / kg) in finish, MON (30 mg / kg) + VM (25 mg / kg) in adaptation and VM (25 mg / kg) + MON (30 mg / kg) in finish and VM (25 mg / kg) in adaptation MON (30 mg / kg) + VM (25 mg / kg) in finish, thus characterizing a completely randomized block design. Each treatment was composed by 6 replications (pens) in this study. The adaptation program consisted of ad libitum feeding of three adaptation diets over period of 19 days with concentrate level increasing from 69% to 84% of diet dry matter. During the adaptation period, animals feed with only VM showed greater dry matter intake in kilos, dry matter intake expressed as % of body weight, reduced in dry matter intake variation in kilos and percentage, and the number of days to achieve 2% of DMI, expressed as % of body weight ($P < 0.05$). Throughout the study, steers that were fed MON and VM during the adaptation period and only VM during the finishing period increase final BW, DMI in kilograms and as percentage of BW, average daily gain, hot carcass weight, ribeye area and daily gain of ribeye area when compared to animals receiving others combinations. There were no differences between the treatments for parameters related of rumen health and selective consumption of ration ($P > 0.05$). Thus, supplementation with only VM in the adaptation period improved the feedlot performance of the animals during the adaptation period; however, the supplementation with MON e VM during the adaptation period and only VM in the finishing period improved animals performance and carcass traits of Nellore cattle.

Keywords: Histology. Ionophore. Antibiotic. Morphology. Papillae. Rumen.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 – Considerações gerais	11
	INTRODUÇÃO	11
1	REVISÃO DE LITERATURA	14
1.1	Acidose Ruminal	14
1.2	Monensina Sódica	15
1.3	Virginiamicina	17
1.4	Uso combinado de monensina sódica e virginiamicina	18
	REFERÊNCIAS	20
	CAPÍTULO 2 – PROTOCOLOS PARA O USO COMBINADO DE MONENSINA SÓDICA E VIRGINIAMICINA EM DIETAS DE BOVINOS NELORE CONFINADOS	23
	INTRODUÇÃO	23
2	MATERIAL E MÉTODOS	26
2.1	Animais e Local do Experimento	26
2.1.1	<i>Tratamentos</i>	26
2.2	Manejo dos animais e arraçãoamento	27
2.3	Desempenho produtivo	29
2.4	Energia líquida de ganho e custo do ganho	29
2.5	Flutuação da ingestão de matéria seca	31
2.6	Comportamento Ingestivo	31
2.7	Avaliação da seletividade da ração por meio da “Penn State Particle Separator (PSPS)”	33
2.8	Perfil metabólico sanguíneo dos animais	34
2.9	Características de carcaça	34
2.10	Incidência de rumenites e abscessos hepáticos	35
2.11	Morfologia e histologia do epitélio ruminal	36
2.12	Delineamento experimental e análise estatística	38
3	RESULTADOS	39
3.1	Desempenho produtivo durante o período de adaptação	39
3.2	Desempenho produtivo durante o período de transição entre a adaptação e terminação (20 – 28 dias)	41
3.3	Desempenho produtivo durante o período total de confinamento	41
3.4	Comportamento ingestivo dos animais	45
3.5	Seletividade da ração por meio da “Penn State Particle Separator (PSPS)”	48
3.6	Parâmetros sanguíneos dos animais	48
3.7	Características de carcaça	51
3.8	Morfologia ruminal, incidência de rumenites e abscessos hepáticos	51
3.9	Histologia do epitélio ruminal	51
4	DISCUSSÃO	55
5	CONCLUSÕES	64
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICE A - Dados curriculares do autor	69
	APÊNDICE B - Certificado de Ética em Uso dos Animais (CEUA)	70

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

INTRODUÇÃO

A competitividade dos mercados mundiais e o aumento expressivo da demanda mundial por alimentos vêm pressionando demasiadamente os produtores nacionais a intensificar os sistemas de produção de bovinocultura de corte, e como resultado de tal pressão, a utilização de confinamentos vem se tornando cada vez mais importante para a cadeia produtiva da carne bovina, a qual obteve crescimento de 133% nos últimos dez anos (FNP, 2002), e alcançou número de 3.377.311 milhões de cabeças confinadas em 2012 (ANUALPEC, 2013).

Quando bovinos são terminados em confinamento, é possível abater animais mais jovens, com melhor acabamento de carcaça, melhor ganho de peso e conversão alimentar, e aumentar o número de bovinos terminados em decorrência da maior velocidade de ganho de peso, além disso, o confinamento traz também melhorias na qualidade da carcaça e da carne, e forma lotes padronizados e homogêneos (RESTLE; VAZ, 2003; SARTI, 2010). No entanto, para atingir tais parâmetros é imprescindível aumentar a inclusão de grãos e carboidratos não estruturais, principalmente o amido, nas dietas destes animais, aumentando assim o aporte de energia para os mesmos, já que, segundo Santos et al. (2004), é na fase de terminação que o animal apresenta elevada exigência em nutrientes, principalmente se o ganho diário de peso desejado for alto.

Contudo, a inclusão de elevados teores de amido nas rações gera aumento da produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) assim como de ácido láctico pelos micro-organismos do rúmen, o que pode levar a problemas de ordem digestiva como a acidose, frequentemente acompanhados de diminuição e grande variação na ingestão de matéria seca (IMS), baixo ganho de peso, lesões na parede do rúmen e aparecimento de abscessos hepáticos (PRESTON, 1998). Como alternativa para minimizar estes riscos e promover melhores resultados, a utilização de monensina sódica (MON) e virginiamicina (VM) como aditivos alimentares para bovinos confinados se tornou imprescindível na manipulação da fermentação ruminal.

Por meio de um levantamento realizado com nutricionistas de bovinos confinados do Brasil, Oliveira e Millen (2014) reportaram que a MON é o aditivo alimentar mais utilizado nos confinamentos brasileiros. Alguns dos efeitos benéficos da MON incluem: aumento da produção de propionato ruminal pela modificação dos padrões de fermentação (PERRY et al, 1976); redução das perdas de energia devido à redução da produção de metano (RUSSELL; STROBEL, 1989); prevenção de desordens digestivas como a acidose (OWENS et al, 1998); redução da proteólise ruminal (BERGEN; BATES, 1984); diminuída desaminação no rúmen (CHALUPA, 1980); e aumento do fluxo de ácidos graxos insaturados para o intestino delgado (CLARY et al, 1993).

Outro aditivo da classe dos antibióticos não ionóforos que vem sendo bastante utilizado nos últimos anos no Brasil é a VM. O uso deste aditivo nas rações tem apresentado efeitos positivos sobre o ganho de peso e a eficiência alimentar de animais ruminantes e não ruminantes e, quando utilizado em dietas de bovinos de corte, este antibiótico tem apresentado maior efeito na diminuição da produção do lactato que antibióticos ionóforos (LANNA; MEDEIROS, 2007).

A utilização da VM como aditivo alimentar proporciona redução na ingestão de matéria seca, melhoria na eficiência alimentar, reduz a taxa de degradação proteica, aumenta a síntese do propionato e diminui a do acetato e butirato, aumentam o pH ruminal e também inibem o crescimento das bactérias produtoras de ácido láctico (BALLARINI et al., 1986).

É possível observar que tanto a MON, a salinomicina e a VM melhoram o desempenho de bovinos de corte quanto utilizados em dietas separadamente, no entanto, nos últimos anos, alguns estudos têm sido conduzidos com a utilização combinada destes aditivos, obtendo resultados bastante satisfatórios.

Em estudo conduzido com novilhos Nelore em confinamento com a combinação de salinomicina e VM, Nunez (2008) observou decréscimo na ingestão de matéria seca, melhora na eficiência alimentar e aumentou a energia líquida para manutenção e para ganho quando comparado com a dieta sem a inclusão dos aditivos. Do mesmo modo, Sitta, (2011) constatou que a suplementação com MON exclusivamente e em combinação com VM reduziu a ingestão de MS, porém não afetou o ganho de peso diário dos animais. Quando comparou-se os dados do

tratamento controle com os obtidos com a suplementação com MON+VM, observou-se aumento significativo na eficiência alimentar dos animais e aumentou os valores de energia líquida de ganho das dietas.

Contudo, com base no exposto acima, é possível que o uso da MON e da VM melhoram o desempenho de bovinos de corte, principalmente quando são terminados em confinamento e submetidos a dietas com elevados teores de concentrado. Estudos vêm mostrando o efeito benéfico da associação de antibióticos ionóforos e não ionóforos como a MON e a VM nas dietas destes animais, obtendo resultados positivos do ponto de vista zootécnico (NUNEZ, 2008; SITTA, 2011). No entanto, não existem na literatura, protocolos sobre o uso combinado destes aditivos em dietas de bovinos de corte em confinamento, pois não há dados relacionados ao período ideal de associação destes antibióticos.

Todos os estudos realizados com a associação de antibióticos ionóforos e não ionóforos avaliaram o efeito da combinação destes aditivos durante todo o período em que os animais permaneceram confinados, inclusive durante a fase de adaptação. O período de adaptação dos animais a dieta de terminação é uma das fases mais importantes do confinamento, em que qualquer erro de manejo pode resultar em perdas de desempenho (BROWN et al. 2006), o que torna o uso da MON e da VM nesta fase muito importante para evitar problemas como a acidose. Porém não há estudos com a associação destes aditivos contemplando apenas a fase de adaptação e/ou apenas a fase de terminação dos animais.

Tanto a MON quanto a VM são aditivos caros, que quando utilizados juntos elevam ainda mais o custo do quilo da matéria seca da dieta, principalmente combinados durante todo o período de terminação. Assim, a combinação destes aditivos em fases específicas, ou seja, na adaptação e/ou na terminação, podem diminuir o custo do quilo de matéria seca da dieta sem comprometer o desempenho dos animais.

Então, protocolos para o uso combinado de MON e VM são necessários, pois não se sabe ao certo o resultado da retirada ou não de um dos aditivos nas fases de adaptação e/ou terminação.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Acidose Ruminal

Quando bovinos são abruptamente submetidos a dietas com uma grande proporção de carboidratos rapidamente fermentáveis (grãos em geral) ou são rapidamente passados de uma dieta de alta proporção de forragem para outra de elevado teor de concentrado, uma série de mudanças ruminais são provocadas: o aumento da disponibilidade de glicose livre, estímulo no crescimento de diversas bactérias, aumento da produção de AGCC e do ácido láctico, redução do pH e da motilidade do rúmen, o que pode desencadear uma série de processos fisiológicos, que também podem resultar em um quadro de acidose (OWENS et al., 1998). Segundo Millen et al, (2009), em pesquisa realizada com nutricionistas brasileiros de bovinos de corte em confinamento, 52% dos entrevistados responderam que a acidose ou problemas ligados à acidose (laminites e timpanismo) é o segundo maior problema relacionado à saúde de bovinos confinados no país.

O processo de acidose começa quando o ruminante consome grandes quantidades de carboidratos rapidamente fermentescíveis no rúmen, assim iniciam-se mudanças ruminais severas, as quais resultam em mudanças sistêmicas. A hidrólise destes carboidratos leva ao aumento da concentração de glicose ruminal, a qual normalmente é muito baixa, até o ponto em que esta excede a concentração de glicose sanguínea (GALYEAN; RIVERA, 2003). Isto causa o aumento da osmolaridade (quantidade de sólidos dissolvidos no fluído ruminal), a qual colabora com o processo de acidificação ruminal por inibir a absorção de ácidos graxos de cadeia curta pelo rúmen (OWENS et al., 1998), e por estimular o crescimento de micro-organismos coliformes e aminoácido decarboxilantes, que produzem endotoxinas que contribuem para o desenvolvimento de laminites (GALYEAN; RIVERA, 2003).

Quando ocorre essa alteração na osmolaridade e acidez ruminal, acontece alteração no equilíbrio existente entre dois grupos de bactérias, as produtoras de lactato (*Streptococcus bovis* e *Lactobacillus* spp.) e as utilizadoras de lactato (*Selenomonas ruminantium*, *Anaerovibrio* spp., *Megasphaera elsdenii* e

Propionibacterium spp.). A espécie *Streptococcus bovis* possui rápida taxa de crescimento (dobra a população a cada 24 minutos) e de degradação do amido (MCCALLISTER et al., 1990), o que explica o grande desenvolvimento dessa espécie no estágio inicial da acidose. Normalmente esse micro-organismo produz acetato, formato e etanol quando há baixa concentração de carboidratos não estruturais na dieta, no entanto quando o pH cai abaixo de 5,6 devido ao maior teor de carboidratos rapidamente fermentáveis, ocorre mudança no produto final da fermentação, o que favorece a produção de lactato por parte dessas bactérias (RUSSEL; HINO, 1985; FINLAYSON, 1986), o que aumenta ainda mais o risco de acidose. Como alternativa para minimizar estes riscos e promover melhores resultados, a utilização de MON e VM como aditivos alimentares para bovinos confinados se tornou imprescindível na manipulação da fermentação ruminal.

1.2 Monensina Sódica

A MON é o aditivo alimentar mais utilizado nos confinamentos brasileiros de acordo com Millen et al. (2009) por meio de um levantamento realizado com nutricionistas de bovinos confinados no Brasil. Outros ionóforos utilizados pelos confinamentos atendidos pelos nutricionistas incluem: salinomicina, e lasalocida. Ionóforos são substâncias químicas de baixo peso molecular produzidas por cepas *Streptomyces* sp. (HANEY; HOEHN, 1967), que aumentam a permeabilidade de membranas lipídicas biológicas ou artificiais a íons específicos, e são moléculas orgânicas pequenas que agem como carreadores móveis dentro das membranas ou formam um canal íon permeável através das mesmas, sendo quimicamente classificado como antibiótico poliéter (HIROHIKO et al, 1994), sendo um agente causador de “curto circuito” no gradiente de prótons através das membranas das mitocôndrias.

A maioria das células expelle prótons ativamente (via ATPase) através da membrana celular e mantém o interior mais alcalino. As bactérias mantêm, internamente, concentrações de K⁺ muito altas, maiores que no meio externo (culturas de *S. bovis* mantêm a concentração de K⁺ interna cerca de 70 vezes maior que a externa). As concentrações internas elevadas de K⁺ são necessárias não só

para a síntese de proteína, como também o gradiente de K^+ que se forma é importante para tamponar o pH intracelular por meio do mecanismo de troca de K^+/H^+ . É necessário que o excesso de prótons (H^+) seja expulso da bactéria para que o pH interno se estabilize. Esse gradiente de pH cria um gradiente químico de prótons; como o interior da membrana é mais negativo que o exterior, é criado também um potencial elétrico. O gradiente químico de prótons e o potencial elétrico são responsáveis pela formação da força motriz de prótons, que pode ser utilizada para importar solutos para dentro da membrana.

A MON desorganiza o transporte de íons segundo o modelo em que um cátion monovalente é trocado por outro durante a passagem pela membrana plasmática, tendo cerca de dez vezes maior afinidade por Na^+/H^+ que por K^+/H^+ . Entretanto, o gradiente de K^+ é cerca de 25 vezes maior que o gradiente de Na^+ , tornando o efluxo de K^+ via MON mais favorável que o efluxo de Na^+ . O efluxo de K^+ resulta em acúmulo de H^+ , levando ao decréscimo no pH intracelular.

Bactérias ruminais Gram-negativas são, em muitos casos, menos sensíveis a MON do que espécies devido à presença de uma segunda membrana que é impermeável a grandes partículas formadas por proteínas, lipoproteínas e lipopolissacarídeos. Por outro lado, as bactérias Gram-positivas não possuem membrana externa, e possuem apenas uma camada espessa de peptidoglicano que, por ser porosa, não impede a sua ação (MORAIS et al, 2006). No entanto, a MON pode aumentar o fluxo de íons em algumas bactérias Gram-negativas tornando-as inicialmente sensíveis fazendo com que se comportem como Gram-positivas, principalmente em altas concentrações.

Alguns dos efeitos benéficos da MON incluem: aumento da produção de propionato ruminal pela modificação dos padrões de fermentação (PERRY et al., 1976); redução das perdas de energia devido à redução da produção de metano (RUSSELL; STROBEL, 1989); prevenção de desordens digestivas como a acidose (OWENS et al., 1998); redução da proteólise ruminal (BERGEN; BATES, 1984); diminuída desaminação no rúmen (CHALUPA, 1980); e aumento do fluxo de ácidos graxos insaturados para o intestino delgado (CLARY et al, 1993).

Lana e Fox (2001) avaliaram o efeito da MON, óleo de soja e fontes de nitrogênio (farelo de soja ou ureia) sobre o desempenho de novilhos consumindo

dietas com 90% de concentrado, fornecendo 22 mg de MON/kg de MS, e observaram que a utilização da deste aditivo na dieta destes animais diminuiu a IMS e melhorou a eficiência alimentar em dietas contendo farelo de soja e não alterou a eficiência alimentar em dietas contendo ureia.

1.3 Virginiamicina

A VM é um antibiótico da classe das estreptograminas produzidas por uma linhagem mutante de *Streptomyces virginiae*, originalmente encontrada em solos belgas, composta por dois componentes químicos distintos (peptolídeos) denominados fator M ($C_{28} H_{35} N_3 O_7$) de peso molecular de 525 e fator S ($C_{43} H_{49} N_7 O_{10}$) de peso molecular de 823, que apresentam um efeito sinérgico quando combinados à razão de 4:1, respectivamente M:S. O modo de ação bactericida da VM depende da interação sinérgica de seus dois componentes, fator M e fator S. Cada fator individualmente empenha certa atividade contra bactérias, no entanto, quando os dois são combinados, a atividade se torna muito mais intensa (COCITO, 1979; PAGE, 2003). A Concentração Inibitória Mínima (MIC) para *Bacillus subtilis* é 0,5 e 0,4 mcg/ml para os fatores M e S, respectivamente. Porém, quando os fatores M e S são combinados, o MIC para *Bacillus subtilis* é de 0,04 mcg/ml, portanto a atividade potencializada dos dois fatores juntos é 10 vezes melhor que os dois fatores separadamente.

Assim como a MON, a VM também apresenta principal atividade contra as bactérias gram-positivas, tanto aeróbicas quanto anaeróbicas, porém não apresenta efeito sobre a maioria das bactérias gram-negativas em função da impermeabilidade da parede celular. A VM penetra a parede celular das bactérias gram-positivas e, no interior das células, tanto o fator M quanto o fator S se ligam especifica e irreversivelmente a uma unidade cromossomal (subunidades 50S) dos ribossomos, inibindo a formação de ligações peptídicas durante o processo de síntese proteica bacteriana. Assim, todos os processos metabólicos são rompidos no interior da célula, que causa redução no crescimento (bacteriostase) ou morte da célula bacteriana (atividade bactericida). Em alguns casos, pequenas concentrações de VM entram em contato com a parede celular das bactérias por curtos períodos e

mesmo após a retirada do agente antibacteriano, seu crescimento é inibido, este efeito é conhecido por bacteriopausa. Então este antibiótico inibe a síntese proteica da célula bacteriana nos ribossomo, pois inibe a formação dos enlaces peptídicos (COCITO, 1979; DIGIAMBATTISTA et al. 1989).

A utilização da VM como aditivo alimentar proporciona redução na ingestão de matéria seca, melhoria na eficiência alimentar, reduz a taxa de degradação proteica, aumenta a síntese do propionato e diminui a do acetato e butirato, aumentam o pH ruminal e também inibem o crescimento das bactérias produtoras de ácido láctico (BALLARINI et al., 1986).

Rogers et al. (1995) avaliaram o efeito de diferentes doses de VM (0; 11; 19,3 e 27,6 ppm) em dietas com aproximadamente 90% de concentrado, e observaram redução nos valores de ingestão de matéria seca, aumento no ganho de peso e maior eficiência alimentar quando os dados foram comparados com o tratamento controle.

1.4 Uso combinado de monensina sódica e virginiamicina

Observa-se que tanto a MON, a salinomicina e a VM melhoram o desempenho de bovinos de corte quanto utilizados em dietas separadamente, no entanto, nos últimos anos, alguns estudos têm sido conduzidos com a utilização combinada destes aditivos, obtendo resultados bastante satisfatórios.

Em estudo conduzido com novilhos Nelore em confinamento, Nunez (2008) avaliou duas dietas, uma com 73% e outra 91% de concentrado, as quais continham em suas formulações 13 ppm de salinomicina e duas doses de VM (0 e 15 ppm). Quando a salinomicina foi combinada com a VM, houve aumento significativo nos dados de desempenho, quando comparados aos dados obtidos com o fornecimento exclusivo da salinomicina. O autor verificou que a utilização conjunta dos aditivos (13 ppm salinomicina e 15 ppm de VM) proporcionou decréscimo na ingestão de matéria seca (-8,91%), melhorou a eficiência alimentar (+11,23%), e aumentou a energia líquida para manutenção (+8,17%) e para ganho (10,63%) quando comparado com a dieta controle.

Recentemente, em estudo semelhante a este, Sitta (2011) avaliou o efeito do uso combinado de MON, VM e salinomicina em dietas contendo altos teores de concentrado (88%) para tourinhos Nelore em terminação, onde analisou 6 diferentes tratamentos, os quais foram: 1) Controle (sem aditivo), 2) Monensina (30 ppm), 3) Monensina (20 ppm) + Virginiamicina (15 ppm), 4) Monensina (30 ppm) + Virginiamicina (15 ppm), 5) Virginiamicina (17 ppm), 6) Salinomicina (13 ppm) + Virginiamicina (15 ppm). Os tratamentos foram aplicados em todo o período experimental, que teve 102 dias de duração, onde já estavam inclusos os dias referentes ao período de adaptação (21 dias).

Segundo este mesmo autor, a suplementação com MON exclusivamente e em combinação com VM reduziu a ingestão de MS, porém não afetou o ganho de peso diário dos animais. Quando comparou-se os dados do tratamento controle com os obtidos com a suplementação com MON (30 ppm) + VM (15 ppm), observou-se aumento significativo na eficiência alimentar dos animais. Esta dosagem (MON (30 ppm) + VM (15 ppm)) também aumentou significativamente os valores de energia líquida de ganho das dietas.

Contudo, com base no exposto acima, é evidente que o uso da MON e da VM melhoram o desempenho de bovinos de corte. No entanto, não existem na literatura, protocolos estratégicos para o uso combinado destes aditivos em dietas de bovinos de corte em confinamento, uma vez que, todos os estudos relacionados a utilização destes aditivos avaliaram a combinação durante todo o período de confinamento, desta forma, não há dados relacionados ao período ideal de associação destes antibióticos.

REFERÊNCIAS

ANUALPEC: Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Argos, 2013.

BALLARINI, R.; SHAH, S. P.; KEER, L. M. Failure characteristics of short anchor bolts embedded in a brittle material. **Proceedings of the Royal Society of London**, London, v. A 404, p. 35-54, 1986.

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

BROWN, M. S.; PONCE C. H.; R. PULIKANI. Adaptation of beef cattle to highconcentrate diets: Performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 84, p. 25-33, 2006.

CHALUPA, W. Chemical control of rumen microbial metabolism. In: RUCKEBUSH, Y.; THIVEND, P. (Ed.) **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Westport: Avi Publishing Company, 1980. p. 325.

CLARY, E. M.; BRANDT, R. T.; HARMON, D. L. et al. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: Feedlot performance and ruminal digesta kinetics in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 3115-3123, 1993.

COCITO, C. Antibiotics of the virginiamycin family, inhibitors which contain synergistic components. **Microbiological Reviews**, Washington, v. 43, p. 145- 198, 1979.

DIGIAMBATTISTA, M.; CHINALI, G.; COCITO, C. The molecular basis of the inhibitory activities of type A and type B synergimycins and related antibiotics on ribosomes. **Journal of Antimicrobial Chemoterapy**, Oxford. v. 24, p. 485–507, 1989.

FINLAYSON, H. J. The effect of pH on the growth and metabolism of *Streptococcus bovis* in continuos culture. **Journal of Applied Bacteriology**. Chichester, v. 61, p. 201-208, 1986.

FNP CONSULTORIA E AGROINFORMATIVOS. **Anualpec**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo, 2002. p. 87.

GALYEAN, M. L.; RIVERA, J. D. Nutritionally related disorders affecting feedlot cattle. Canadian **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 83, p. 13-20, 2003.

HANEY JR., M. E.; HOEHN, M. M. Monensin, a new biologically active compound. I. Discovery and isolation. **Antimicrobial Agents Chemotherapy**, Washington, v. 7, p. 349-352, 1967.

HIROHIKO, A.; HIDEAKI, M.; KENICHI, H. et al. Improvement of chemical analysis of antibiotics. 21. Simultaneous determination of three polyether antibiotics in feeds

using High-Performance Liquid Chromatography with fluorescence detection. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, p. 112-117, 1994.

LANA, R. P.; FOX, D. G. Interações entre monensina sódica, óleo de soja e fontes de nitrogênio no desempenho de novilhos aberdeen angus em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 247-253, 2001.

LANNA, D. P. D.; MEDEIROS, S.R. Uso de aditivos na bovinocultura de corte. In: SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. **Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2007. p. 297-324.

MCLLISTER, T. A.; CHENG K. J.; Rhode, L. M. Digestion of barley, mauze and wheat by selected species of ruminal bacteria. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 56, p. 146-3153, 1990.

MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 3427-3439, 2009.
MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal, Funep, 2006. p.539-563.

NUNEZ, A. J. C.; CAETANO, M.; BERNDT, A.; DEMARCHI, J. J. A.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D. Uso combinado de ionóforo e virginiamicina em Novilhos Nelore confinados com dietas de alto concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., Lavras. **Anais...** Lavras: Aptor Softwerw, 2008. p. 1-68. 1 CD-ROM.

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

PAGE, S. W. The role of enteric antibiotics in livestock production. Australia: Avcare Limited, 2003. p. 337.

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

PRESTON, R. L. Management of high concentrate diets in feedlot. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p. 89-91.

RESTLE, J.; VAZ, F. N. Eficiência e qualidade na produção de carne bovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003.

ROGERS, J. A.; BRANINE, M. E.; MILLER, C. R.; WRAY, M. I.; BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L.; GILL, D. R.; PRITCHARD, R. H.; STILBORN, R. P.; BECHTOL,

D.T. Effects of dietary virginiamycin on performance and liver abscess incidence in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 9-2, 1995.

RUSSELL, J. B.; HINO, T. Regulation of lactate production in streptococcus bovis: a spiraling effect that contributes to rumen acidosis. **Journal Dairy Science**, New York, v. 68, p. 1712-1721, 1985.

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

SANTOS, F. A. P.; PEREIRA, E. M.; PEDROSO, A. M. Suplementação energética de bovinos de corte em confinamento. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5., 2004. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 262-297.

SARTI, L. M. N. **Efeito da suplementação com anticorpos policlonais e/ou monensina sódica sobre a saúde ruminal de bovinos jovens confinados.** 2010. 94 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SITTA, C. **Aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) em dietas com altos teores de concentrado para tourinhos da raça Nelore em terminação.** 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

CAPÍTULO 2 – PROTOCOLOS PARA O USO COMBINADO DE MONENSINA SÓDICA E VIRGINIAMICINA EM DIETAS DE BOVINOS NELORE CONFINADOS

INTRODUÇÃO

‘Nos últimos anos a utilização de confinamentos de bovinos de corte aumentou expressivamente no Brasil. Houve aumento de 46% no número de cabeças confinadas comparado aos números apresentados em 2005. A previsão de abate de bovinos para o ano de 2015 é de 42.341.210 cabeças, sendo que, desse total, mais de 10% são oriundos de sistemas de confinamento e semi-confinamento (ANUALPEC, 2015).

‘Sistemas de confinamento e semi-confinamento tem objetivo de aumentar o ganho de peso, melhorar a conversão alimentar, acabamento de gordura na carcaça, qualidade da carne e taxa de desfrute, formando com isso lotes padronizados e homogêneos, o que gera lucro ao pecuarista (SARTI, 2010). No entanto, para alcançar tais objetivos utilizando estes sistemas de terminação, o aumento do teor de energia das dietas e consequentemente do nível de amido torna-se essencial. Entretanto, dietas mais energéticas aumentam a fermentação ruminal e consequentemente a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e lactato que, se acumularem no rúmen podem provocar distúrbios metabólicos, como a acidose (OWENS et al., 1998). Quadros de acidoses em sua grande maioria desencadeiam processos secundários como: diminuição e variação na ingestão de matéria seca (IMS), redução da absorção dos AGCC devido a lesões no epitélio ruminal e aumento do índice de abscessos hepáticos, prejudicando, assim, o desempenho produtivo (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al. 2004; NAGARAJA et al. 2005; BLANCH et al. 2009; PENNER et al. 2011; SCHWAIGER et al. 2013).

Desta forma, para diminuir problemas como acidose, tornou-se imprescindível a utilização de aditivos melhoradores de desempenho na dieta destes animais. Dentre os aditivos utilizados em confinamento de bovinos de corte, a monensina sódica (MON) é a mais recomendada (OLIVEIRA; MILLEN, 2014). No entanto, a utilização de virginiamicina (VM) como aditivo alimentar na dieta de bovinos confinados também tem mostrado efeito benéfico com relação à diminuição aos

riscos da acidose (BALLARINI et al., 1986). Alguns dos efeitos benéficos da MON incluem: aumento da produção de propionato ruminal pela modificação dos padrões de fermentação (PERRY et al., 1976); redução das perdas de energia devido à redução da produção de metano (RUSSELL e STROBEL, 1989); prevenção de desordens digestivas como a acidose (OWENS et al., 1998); redução da proteólise ruminal (BERGEN e BATES, 1984); diminuída desaminação no rúmen (CHALUPA, 1980); e aumento do fluxo de ácidos graxos insaturados para o intestino delgado (CLARY et al, 1993).

Da mesma forma, a utilização da VM como aditivo alimentar proporciona melhoria na eficiência alimentar, reduz a taxa de degradação proteica, aumenta a síntese do propionato e diminui a do acetato e butirato, aumentam o pH ruminal e também inibem o crescimento das bactérias produtoras de ácido lático (BALLARINI et al., 1986).

Tanto a MON quanto a VM melhoram o desempenho de bovinos de corte quando utilizados em rações de forma separada, no entanto, nos últimos anos, alguns estudos têm sido conduzidos com a utilização combinada destes aditivos, obtendo resultados bastante satisfatórios. Nunez (2008) e Sitta (2011) avaliaram o uso combinado de VM com antibióticos não ionóforos em dietas de bovinos de corte consumindo dietas com altos teores de concentrado, e em ambos os estudos os autores observaram efeitos na diminuição da ingestão de matéria seca, melhora na eficiência alimentar e aumento na energia líquida de manutenção e de ganho das dietas de animais.

Embora esta combinação mostre efeito benéfico em todo o período de alimentação, não se sabe ao certo o resultado da retirada ou adição de MON nas fases de adaptação e/ou terminação.

Combinar MON e VM em operações de confinamento tem mostrado efeito depressor da IMS e apontado melhoras na conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) dos animais (NUNEZ, 2008). É sacramentado na literatura que a inclusão de MON em doses médias a altas nas rações de confinamento limita o consumo dos animais e melhora a CA e EA muitas vezes sem alterações no GPD (DUFFIELD et al., 2012). Entretanto, aditivos que limitem o consumo dos animais para dietas com quantidade de energia relativamente baixa (1,27 Mcal/kg de MS de

energia líquida de ganho; PINTO; MILLEN, 2015; Dados não publicados) como é o perfil das rações utilizadas nos confinamentos brasileiros pode não ser interessante, principalmente se o ganho de peso diário (GPD) almejado é alto. Contudo, a suplementação somente com VM tem mostrado menor efeito na limitação da IMS comparado a animais recebendo a combinação de MON+VM quando a dose de MON é de 30ppm (SITTA, 2011). Partindo dos fatos expostos acima, trabalhar doses altas de MON e a combinação de MON+VM em dietas com nível médio de energia pode ser um equívoco, uma vez que, a IMS está diretamente relacionada com o GPD dos animais. Desta forma a combinação destes aditivos em fases específicas, ou seja, na adaptação e/ou na terminação, podem alterar o desempenho dos animais.

Portanto, o presente estudo tem por objetivo criar um protocolo para o uso combinado das duas moléculas durante o período de confinamento, pois não se sabe ao certo o resultado da retirada ou inclusão de MON entre as fases de adaptação e/ou terminação sobre os parâmetros de desempenho dos animais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de acordo com as normas da comissão de ética no uso de animais (CEUA) do Campus Experimental de Dracena, sob o protocolo 28/2014.

2.1 Animais e Local do Experimento

Foram utilizados 72 animais machos não castrados da raça Nelore, contemporâneos e oriundos do mesmo local, com peso vivo médio inicial de 388,08 $\pm$ 31,07 kg, provindos de sistema de recria em pasto. O estudo foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, no confinamento experimental do Departamento de Melhoramento de Nutrição Animal.

2.1.1 Tratamentos

Os animais foram divididos aleatoriamente em quatro tratamentos:

MON (30 ppm) nas fases de adaptação e na terminação;

MON (30 ppm) + VM (25 ppm) na fase de adaptação e somente VM (25 ppm) na fase de terminação;

MON (30 ppm) + VM (25 ppm) na fase de adaptação e MON (30 ppm) + VM (25 ppm) na fase de terminação;

VM (25 ppm) na fase de adaptação e MON (30 ppm) + VM (25 ppm) na fase de terminação.

Cada tratamento foi composto por 6 baias (3 animais por baia), as quais foram consideradas as unidades experimentais para este estudo. Na discussão dos resultados deste estudo a combinação dos aditivos (MON + VM) será nomeada como MIX.

2.2 Manejo dos animais e arraçoamento

Durante todo o período experimental, todos os animais foram submetidos ao mesmo manejo de fornecimento de dietas e tipo de alojamento, se diferenciando apenas com relação a combinação de aditivos fornecidos.

O programa de recebimento dos animais foi da seguinte forma: todos foram vacinados e desverminados, e submetidos a um período de pré-adaptação de 5 dias consumindo dieta a base de feno e suplemento mineral, com o objetivo de uniformizar a população ruminal dos mesmos e adaptá-los, às instalações e manejo, com arraçoamento duas vezes ao dia: às 09:00 (45% do total) e 15:00 (55% do total). Os animais foram alojados em confinamento coberto e mantidos em baias de piso de concreto de fácil limpeza (10m² por animal e 1,67 m de cocho por animal).

As baias eram totalmente cobertas, protegendo o alimento do sol e da chuva, com boa facilidade na circulação do ar, piso de concreto vazado, com água à vontade disponível em bebedouro automático.

As dietas foram formuladas segundo o LRNS nível 2 (Large Ruminant Nutrition System, FOX *et al.* 2004), cujos níveis estão apresentados na Tabela 1, esperando-se ganhos de peso diários de 1,500 a 1,700 kg/dia/animal. As dietas experimentais foram compostas por bagaço de cana-de-açúcar cru, silagem de grãos úmidos de milho, feno de *Coast cross*, farelo de amendoim, sal mineral, uréia, MON e/ou VM (Tabela 1).

O estudo teve duração de 90 dias, incluso 19 dias de adaptação. O protocolo de adaptação que foi utilizado no presente estudo foi em escadas (*step up*), o qual consistiu de aumento gradual do teor de concentrado e redução do teor de volumoso da ração com fornecimento sempre *ad libitum*. O manejo das rações durante a fase de adaptação foi o seguinte: os animais receberam a dieta 1 por sete dias, a dieta 2 por cinco dias e a dieta 3 por sete dias, totalizando 19 dias de adaptação. Assim, os animais receberam a ração final com 84% de concentrado no 20º dia do período experimental. O critério de mudanças de dieta adotado foi o seguinte: os animais receberam a dieta 2 quando atingiram 80% da IMS prevista (7 dias) com base na equação de predição de consumo proposta pelo NRC (1996); da mesma forma, também receberam a dieta 3 quando atingiram 90% da IMS prevista (5 dias); e

então receberam a dieta de terminação quando atingiram 100% de IMS prevista (7 dias), recebendo então ao 20º dia de experimento a dieta de terminação.

Tabela 1. Ingredientes e composição química das dietas experimentais de bovinos Nelore consumindo dietas de alto grão fornecidas com diferentes combinações de monensina sódica e virginiamicina durante o período de adaptação e terminação

Dietas	Adap 1	Adap 2	Adap 3	Terminação
Nível de Concentrado (%)	69	74	79	84
Ingredientes (% MS)				
Bagaço in natura	17,00	16,00	15,00	14,00
Feno de <i>Coast cross</i>	14,00	10,00	6,00	2,00
Silagem de Grãos Úmidos de Milho	50,00	57,35	64,70	72,15
Farelo de Amendoim	15,5	13,00	10,50	8,00
Suplemento Mineral ¹	3,00	3,00	3,00	3,00
Ureia	0,50	0,65	0,80	0,85
Conteúdo Nutricional²				
Matéria Seca (MS)	77,0	76,0	75,0	75,0
Nutrientes Digestíveis Totais (%MS)	73,0	75,0	77,0	79,0
Proteína Bruta (%MS)	16,4	15,8	15,2	14,0
Fibra em Detergente Neutro (%MS)	30,8	27,5	24,1	22,9
Carboidrato Não Fibroso (%MS)	47,0	51,0	55,0	59,7
Extrato Etéreo (%MS)	3,0	3,2	3,4	3,6
peNDF ³ (%MS)	25,0	22,0	18,0	15,0
Elg (Mcal/kg MS) ⁴	1,11	1,16	1,22	1,28
Ca (%MS)	0,77	0,74	0,70	0,67
P (%MS)	0,32	0,32	0,32	0,32

Nota: ¹Níveis de garantia por quilo do produto: Ca 180g; Co 30mg; Cu 750mg; S 30mg; F 350mg; P 30g; I 40mg; Mg 30g; Mn 1500mg; Se 12mg; Na 75g; Zn 3.000 mg; Vit A 150.000UI; Vit D3 15.000 UI; Vit E 3000UI; difere na inclusão de monensina sódica (30ppm) ou virginiamicina (25ppm), ou ambas de acordo com os tratamentos; ²Estimado pelo software LRNS nível 2 (Large Ruminant Nutrition System, FOX *et al.* 2004; ³FDN fisicamente efetivo; ⁴Energia líquida disponível para ganho. Fonte: Dados da pesquisa do autor.

As rações foram fornecidas *ad libitum* e submetidas a ajustes de quantidade diariamente, com base na quantidade de sobra nos cochos, a qual foi mantida em 10% da quantidade oferecida durante o período de adaptação e ajustada para 5% na terminação.

O consumo foi medido para cada baia por meio da pesagem do alimento fornecido diariamente e da pesagem da sobra antes do trato da manhã seguinte, 24 horas após o fornecimento. Assim, com as diferenças entre o oferecido e a sobra, calculou-se o consumo de matéria natural ajustando-se o oferecido do dia subsequente. A determinação da matéria seca da ração total foi efetuada todos os

dias por meio de aparelho de micro-ondas, para então obter a IMS diária em quilos e em porcentagem do peso vivo.

2.3 Desempenho produtivo

Antes da primeira e da última pesagem, os animais passaram por jejum de sólidos de 16 horas, para assim se obter o peso vivo inicial e o peso vivo final do experimento. Já com relação as pesagens realizadas a cada 28 dias, todos os animais foram pesados, sem jejum, e foram descontados 4% do peso vivo observado, para assim se obter o peso vivo enxuto. No 1º dia do fornecimento da dieta de terminação, foi realizada outra pesagem, também sem jejum, excepcionalmente para contemplar o final do período de adaptação. Nas pesagens intermediárias também sem jejum de sólidos, como descrito anteriormente, houve apenas uma pesagem e os animais não passaram por restrição prévia ou jejum, e então do peso vivo observado foram descontados 4% para assim, novamente se obter o peso vivo enxuto (STOCK et al., 1983).

Dessa forma, foi calculado ao final do experimento o desempenho produtivo: o GPD, utilizando os dados da pesagem inicial e final divididos pelo tempo de confinamento; CA, obtida pela divisão da IMS total pelo ganho de peso vivo total; a EA, calculada pela divisão do ganho de peso total pela IMS total; a IMS média expressa em quilogramas e em porcentagem do peso vivo.

2.4 Energia líquida de ganho e custo do ganho

Para estimar a energia líquida de ganho observada das dietas, foram utilizados os dados de peso corporal médio, GPD e IMS, utilizando a metodologia de Zinn e Shen (1998).

Foram calculadas as exigências de energia líquida de ganho e de manutenção dos animais seguindo metodologia do NRC (1984) e Lofgreen e Garrett (1968) com base no GPD, IMS e peso metabólico. A partir destes valores, a energia

líquida (Mcal/kg de matéria seca) das dietas foi calculada para ganho e manutenção, conforme metodologia de Zinn e Shen (1998):

$$1. \text{ Eg} = (0,0493 * PC^{0,75}) * (GPD^{1,097}) \text{ (NRC, 1984)}$$

$$2. \text{ Em} = (0,077 * PC^{0,75}) \text{ (LOFGREEN; GARRETT, 1968)}$$

$$3. \text{ E}Lm = (-b - ((b^2) - \frac{(4*a*c)^{0,5}}{2*c})) \text{ (ZINN; SHEN, 1998)}$$

$$4. \text{ ELg} = (0,877 * ELm) - 0,41 \text{ (ZINN; SHEN, 1998)}$$

em que: Eg = exigência em energia para ganho (Mcal/dia); PC = peso corporal vazio (kg); GPD = ganho de peso diário (kg); Em = exigência em energia para manutenção (Mcal/dia); ELm = energia líquida de manutenção da dieta (Mcal/kg de MS); b = (0,877 * Em) + (0,41 * IMS) + Eg; IMS = consumo de matéria seca (kg); a = (-0,41 * Em); c = (-0,877 * IMS) + (0,41 * IMS) + Eg; ELg = energia líquida de ganho da dieta (Mcal/kg de MS).

Os valores obtidos pelas equações de energia líquida de ganho foram relacionados com o valor médio da energia líquida de ganho, proporcional para cada dieta (69%, 74%, 79% e 84%) e duração (7, 5, 7 e 71 dias, respectivamente) estimados pelo LRNS (FOX *et al.* 2004).

O custo do ganho foi calculado por meio da equação:

$$5. \text{ Custo do ganho} = \frac{CMMS * CS}{GPD}$$

em que: CMMS = consumo médio de MS (kg); CS = custo da MS (R\$); GPD = ganho de peso diário (kg)

2.5 Flutuação da ingestão de matéria seca

A flutuação da IMS foi avaliado seguindo a metodologia proposta por Bevans et al. (2005), porém, como os dados foram coletados durante todo o período experimental, avaliou-se a flutuação no período de adaptação (19 dias), no período de transição (19-28 dias), e durante o período total de confinamento (0-28; 0-56; 0-90 dias), que foi obtido por meio da equação:

$$6. \text{ Flutuação do IMS (\%)} = \frac{|IMS - IMSDA|}{IMSDA} * 100$$

em que: IMS = Ingestão de matéria seca (kg); IMSD = Ingestão de matéria seca do dia (kg); IMSDA = Ingestão de matéria seca do dia anterior (kg).

2.6 Comportamento Ingestivo

Os animais foram submetidos a duas observações visuais para avaliação do comportamento ingestivo, nos dias 23 e 60 do período experimental, que corresponderam ao período de adaptação e terminação, respectivamente.

Para avaliar o comportamento ingestivo, foi seguido à metodologia de Johnson e Combs (1991), observando-se os animais a cada cinco minutos, em um período de 24 horas consecutivas. Durante as observações foram coletados dados para determinar o tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio, expressos em minutos, número de idas ao bebedouro, número de refeições por dia (quantidade de idas ao cocho), IMS (kg) e consumo de fibra em detergente neutro (FDN, kg).

Em cada período de observação foram coletadas amostras das rações fornecidas e das sobras após 24 horas, as quais foram congeladas e posteriormente, por meio de análises químicas de matéria seca (SILVA; QUEIROZ, 2002) e FDN (adaptado de VAN SOEST, 1991), se determinar a quantidade ingerida desses nutrientes pelos animais. No final do período experimental, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas, secas em estufas com ventilação forçada e moídas em moinho do tipo faca, com peneira de crivos de 1,0 mm.

Para determinar a eficiência de alimentação da matéria seca; eficiência de alimentação da FDN; eficiência de ruminação da matéria seca; eficiência de ruminação da FDN; tempo de alimentação por refeição e IMS por refeição, utilizaram-se as seguintes equações descritas por Carvalho *et al.* (2006).

$$7. \text{EALMS} = \frac{TAL}{CMS}$$

$$8. \text{EALFDN} = \frac{TAL}{CFDN}$$

em que: EALMS = Eficiência de alimentação da matéria seca (min/kg de matéria seca); TAL = Tempo despendido em alimentação (min); IMS = Ingestão de matéria seca no dia da observação (kg); EALFDN = Eficiência de alimentação da FDN (min/kg da FDN); CFDN = Consumo da FDN no dia da observação (kg).

$$9. \text{ERUMS} = \frac{TR}{CMS}$$

$$10. \text{ERUFDN} = \frac{TR}{CFDN}$$

em que: ERUMS = Eficiência de ruminação da matéria seca (min/kg de matéria seca); TR = Tempo despendido em ruminação (min); IMS = Consumo de matéria seca no dia da observação (kg); ERUFDN = Eficiência de ruminação da FDN (min/kg de FDN); CFDN = Consumo de FDN no dia da observação (kg).

$$11. \text{TALREF} = \frac{TAL}{REF}$$

$$12. \text{IMSREF} = \frac{IMS}{REF}$$

em que: TALREF = Tempo de alimentação despendido em cada refeição (min); TAL = Tempo despendido em alimentação (min); REF = Número de refeições por dia;

IMSREF = Ingestão de matéria seca por refeição (kg); IMS = Consumo de matéria seca no dia da observação (kg).

2.7 Avaliação da seletividade da ração por meio da “Penn State Particle Separator (PSPS)”

Nos dias de cada observação de comportamento ingestivo (23 e 60 do período experimental) foram coletadas amostras da dieta total logo após o fornecimento e das sobras das 24 baias no dia subsequente para se determinar a distribuição das partículas usando-se o PSPS (Nasco, Fort Atkinson, WI, EUA) como descrito por Heinrichs e Kononoff (1996), para analisar a extensão da seleção, expressa em forma de índice de preferência.

O PSPS é equipado com três caixas contendo ao fundo de cada uma, peneiras com crivos de diferentes diâmetros (19,0; 8,0; e 1,18 mm), dispostas umas sob as outras do maior para o menor diâmetro, e uma última caixa com fundo sólido, totalizando quatro caixas.

Colocou-se, aproximadamente, 200 g de cada amostra, da dieta fornecida e das sobras, sobre a primeira caixa (19 mm de diâmetro), a qual foi agitada, conforme descrito por Heinrichs e Kononoff (1996).

As frações da matéria natural das amostras retidas em cada peneira e na caixa sólida foram pesadas, e assim, determinou-se a distribuição das partículas das rações fornecidas conforme o tamanho. O índice de preferência foi calculada para cada porção retida em cada peneira, individualmente, por meio da equação:

$$13. \text{Índice de preferência} = \frac{\text{Ingestão atual}}{\text{Ingestão esperada}}$$

$$14. \text{Ingestão atual} = QRO * DTPDT - (QS * DTPS)$$

em que: QRO = Quantidade de ração oferecida (kg); DTPDT = Distribuição do tamanho de partículas da dieta total (%); QS = Quantidade de sobras (kg); DTPS = Distribuição do tamanho de partículas das sobras (%).

15. *Ingestão esperada = DTPDT * IAMN*

em que: DTPDT = Distribuição do tamanho de partícula da dieta total (base na matéria natural) (%); IAMN = Ingestão atual de matéria natural (kg).

Portanto, índices de seleção menores, maiores ou iguais a 1 indicam: seleção contra, a favor ou ausência de seleção, respectivamente. Para cada caixa foi calculado um índice independente das outras caixas (LEONARDI; ARMENTANO, 2003).

2.8 Perfil metabólico sanguíneo dos animais

Foram coletadas amostras de sangue diretamente da veia jugular de 48 animais (2 animais por baia) escolhidos aleatoriamente, no 1º de fornecimento da dieta de terminação (20º dia do período experimental), ou seja, no final do período de adaptação e outra amostragem no 57º dia do período experimental, o qual contemplou o meio do período de terminação. O procedimento seguiu a metodologia proposta por Brossard et al. (2003) utilizando-se seringas de dois mililitros para coleta de sangue (MONOVETTE®, Sarstedt, Nümbrecht, Germany).

As amostras foram coletadas 3h após o trato da manhã e analisadas em até 2h de acordo com a recomendação de Beauchemin et al. (2003) utilizando-se um equipamento de análise de pH e perfil metabólico sanguíneo (BAYER Rapid Lab 865; Siemens Healthcare Diagnostics Inc., Deerfield, IL). Foram determinados os seguintes parâmetros sanguíneos: pH, bicarbonatos (HCO_3^- ; BICARB), excesso de bases no sangue (BEB), excesso de bases no fluído extracelular (BEECF) e lactato.

2.9 Características de carcaça

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial com peso vivo médio final de 520,74 kg após 90 dias de alimentação e submetidos a avaliações de ultrassonografia no início e no final do período de confinamento, segundo a metodologia proposta por Perkins (1992), utilizando-se unidades de ultrassom veterinário “PIE MEDICAL – Scanner 200”, com sonda “Sector Curved Array

Scanner”, modelo 51B04UM02 e óleo vegetal como acoplante acústico para verificar o desenvolvimento do tecido adiposo subcutâneo (EGS) e a área de olho de lombo (AOL) no músculo *Longissimus dorsi* (contrafilé) entre as 12^a e 13^a costelas e o desenvolvimento do tecido adiposo da garupa (P8) sobre o músculo *Bíceps femoris* (picanha).

Para as características de carcaça foram avaliados: rendimento de carcaça (RC), calculado por meio do peso de carcaça quente (PCQ) obtido no frigorífico, dividido pelo peso vivo final obtido no confinamento, EGS inicial, EGS final, ganho diário de EGS (obtido pela diferença entre a espessura final menos a inicial divididos pelo tempo de confinamento), espessura de gordura na P8 inicial, espessura de gordura na P8 final, ganho diário de gordura na P8 (calculado pela diferença entre a espessura final menos a inicial, divididos pelo tempo de confinamento), peso da gordura visceral expresso em quilogramas, e porcentagem de PCQ, obtido pela divisão do peso da gordura dos rins e pelve, pelo PCQ.

2.10 Incidência de rumenites e abscessos hepáticos

Para avaliação da incidência de rumenites, todos os animais, logo após o abate tiveram seus rumens lavados e então analisados. O epitélio ruminal foi classificado conforme a incidência de lesões (rumenites e paraqueratose) e outras anormalidades no mesmo seguindo a metodologia descrita por Bigham e McManus (1975), com base numa escala de 0 (sem lesões) a 10 (lesões ulcerativas por todo o rúmen). Com relação aos abscessos hepáticos, estes foram classificados de acordo com a incidência e severidade dos mesmos, tendo como base o estudo de Brink *et al.* (1990), sendo classificados em: (0) – fígados sem abscessos; (A-) – fígados com um ou dois pequenos abscessos (bem menores que 2,5 cm de diâmetro) ou cicatrizes de abscessos; (A) – fígados com dois a quatro abscessos ativos (pouco menores que 2,5 cm de diâmetro); (A+) – fígados com um ou mais, grandes abscessos (maiores que 2,5 cm de diâmetro) e porções do diafragma aderidos à superfície do fígado.

2.11 Morfologia e histologia do epitélio ruminal

Após o abate, os animais foram eviscerados e os compartimentos rúmen + retículo do estômago foram isolados. Após limpeza e remoção do excesso de tecido conjuntivo circundante, os compartimentos foram abertos, esvaziados, e lavados em água corrente. Um fragmento de aproximadamente 1 cm² foi coletado da região do saco cranial do rúmen. As variáveis morfológicas macroscópicas avaliadas foram: número médio de papilas por cm² de parede (NMP), área média das papilas (AMP), área total de superfície absorptiva por cm² de parede (ASA) e área de papila em porcentagem da superfície absorptiva (APSA). O NMP em todo fragmento foi mensurado por três avaliadores e o dado final foi o valor médio das três contagens. A AMP foi mensurada através de imagens digitalizadas das papilas por meio do programa de análise de imagens UTHSCSA Image Tool (RESENDE JÚNIOR et al., 2006). Em cada fragmento foram analisadas a área média de doze papilas seccionadas aleatoriamente da base. O dado final para AMP foi a média das doze papilas.

A superfície absorptiva do epitélio e área de papila em porcentagem da superfície absorptiva foram calculadas pelas seguintes fórmulas:

$$16. ASA = 1 + (NMP * AMP) - (NMP * 0,002)$$

$$17. RPASA = \frac{NMP * AMP}{SAE} * 100$$

em que: SAE = Superfície absorptiva do epitélio (cm²); RPASA = Representatividade das papilas na ASA (%); NMP = Número médio de papilas; AMP = Área média de papilas (cm²); o número 1 representa o fragmento de 1 cm² coletado e o 0,002 a área basal estimada de cada papila ruminal (DANIEL et al. 2006).

Para realização das análises histológicas seguiu-se a metodologia adaptada de Odongo et al. (2006). As amostras foram coletadas do saco ventral do epitélio ruminal, as quais foram colocadas em fixador paraformolaldeído tamponado 4%. Após 48 horas, os fragmentos foram removidos do fixador, em solução de álcool a 70GL.

Os materiais foram colocados em cassetes e inseridos em recipientes contendo soluções de álcool etílico absoluto I, álcool etílico absoluto II, xilol I e xilol II, com a permanência de 1 hora em cada solução. A inclusão em parafina (Histosec) I, parafina (Histosec) II, também se efetivou após a permanência de 1 hora em cada. Porém, este processo foi feito com o material fora dos cassetes, e inclusos em béqueres, e em seguida em estufa com a temperatura de 65°C.

Terminada a inclusão, foram feitos cortes desse material no micrótomo, em secções primeiramente de 60 µm para que o bloco fosse desbastado. Após obter a característica desejada, as secções foram diminuídas em cortes definitivos para 6 µm.

Os cortes avaliados de boa qualidade foram colocados em “banho-maria” a 40°C, sendo retirados com lâminas próprias para microscopia e adicionando o corante azul de toluidina, a fim de avaliar a integridade de todas as estruturas necessárias para a avaliação.

A coloração das lâminas contendo os cortes foi efetuada por meio da inclusão em cubetas de vidro, passando pela bateria 1, sequencialmente, por xilol I (10 min), xilol II (10 min), álcool etílico absoluto I (05 min), álcool etílico absoluto II (05 min), álcool 90% (05 min), álcool 70% (05 min), água destilada (15 min), e pelos corantes, hematoxilina–eosina e hematoxilina de Harris (03 min), água corrente (04 min) e eosina 5% (02 min). Sendo assim, ocorreu a bateria II seguida de álcool 95% (05 min), álcool etílico absoluto I (05 min), álcool etílico absoluto II (05 min), xilol diafanizador (05 min), xilol intermediário (05 min) e xilol de montagem (15 min).

Após os procedimentos, as lâminas foram montadas e analisadas pelo “Analisador de Imagens Leica Qwin”, do microscópio eletrônico de luz Leica.

As mensurações histológicas foram: altura, largura, área das papilas e espessura do epitélio queratinizado das papilas ruminais, escolhidas aleatoriamente. Foram mensuradas 10% da quantidade total de papilas de cada animal com base no NMP, sendo o valor final a média destas.

Para a determinação do índice mitótico, contou-se o núcleo de 2 mil células da camada basal do epitélio ruminal, contabilizando quantos estavam em mitose, dividindo-os pelo total de núcleos contabilizados.

2.12 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em função do peso vivo inicial em que o estudo contou quatro tratamentos: MON (30 ppm) na adaptação e na terminação; MON (30 ppm) + VM (25 ppm) na adaptação e somente VM (25 ppm) na terminação; MON (30 ppm) + VM (25 ppm) na adaptação e na terminação e VM (25 ppm) na adaptação e MON (30 ppm) + VM (25 ppm) na terminação. Os dados foram e estão sendo analisados utilizando-se o PROC MIXED do SAS (2003) utilizando o teste de Tukey de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + e_{ijk};$$

em que: Y_{ij} = observação relativa à k-ésima unidade experimental (animal) do i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco; μ = média geral; T_i = efeito do i-ésimo tratamento, sendo $i = 1$: MON (30 ppm) na adaptação e na terminação, 2 : MON (30 ppm) + VM (25 ppm) na adaptação e somente VM (25 ppm) na terminação, 3 : MON (30 ppm) + VM (25 ppm) na adaptação e na terminação, 4 : VM (25 ppm) na adaptação e MON (30 ppm) + VM (25 ppm) na terminação; e_{ij} = erro experimental referente à k-ésima unidade experimental do i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco ($0; \sigma^2_e$).

3 RESULTADOS

3.1 Desempenho produtivo durante o período de adaptação

Foram observados os efeitos significativos ($P \leq 0,08$) da associação ou não de MON e VM durante o período de adaptação dos animais para todas as características produtivas avaliadas (Tabela 2). Animais que foram alimentados com somente VM no período de adaptação apresentaram maior peso final neste período ($P=0,08$) que aqueles alimentados com MON, no entanto, não diferiram daqueles que foram alimentados com o MIX (MON + VM). Ainda assim, animais que foram alimentados somente com VM no período de adaptação apresentaram maior ingestão de matéria seca em quilos (IMSKG) e em porcentagem do peso vivo (IMSPV), também apresentaram maiores IMSKG e IMSPV nos 7 primeiros dias de experimento ($P < 0,01$) e menor flutuação na IMS tanto em porcentagem ($P < 0,01$) quanto em quilos ($P=0,02$) quando comparado aos demais tratamentos.

Da mesma forma, bovinos que foram suplementados somente com VM no período de adaptação demoraram menos dias para atingir IMS em 2% do peso vivo ($P < 0,01$), apresentaram maior GPD ($P=0,02$), melhor CA ($P=0,02$) e EA ($P=0,01$) alimentar comparado a bovinos que foram suplementados somente com MON ($P < 0,05$).

Com relação ao custo do ganho e peso vivo diário, animais que foram alimentados somente com VM também apresentaram menores valores comparados aos animais que receberam MON ($P=0,06$). Já com relação aos valores relacionados a energia líquida de manutenção e de ganho, animais que receberam somente VM na fase de adaptação apresentaram maior energia líquida de manutenção e ganho de peso que aqueles que receberam somente MON nesta fase ($P=0,06$) e não diferiram daqueles que receberam o MIX.

Tabela 2. Desempenho produtivo na fase de adaptação (19 dias) de bovinos Nelore confinados submetidos a diferentes combinações de monensina sódica e virginiamicina.

Variáveis	Adaptação	MON	MON + VM	MON + VM	VM	EPM ¹	Valor de P
	Terminação	MON	VM	MON + VM	MON + VM		
Peso Vivo Inicial, kg		387,90	387,79	388,10	388,51	12,12	0,99
Peso Vivo Final, kg		398,18 ^b	401,97 ^{ab}	405,03 ^{ab}	409,76 ^a	12,32	0,08
IMS ² , kg/dia		6,68 ^c	7,23 ^b	7,11 ^{bc}	8,35 ^a	0,26	<0,01
IMS, %PV		1,70 ^c	1,84 ^b	1,79 ^{bc}	2,05 ^a	0,04	<0,01
IMS 0-7 dias, kg/dia		6,70 ^b	6,87 ^b	6,70 ^b	8,14 ^a	0,28	<0,01
IMS 0-7, %PV ³		1,72 ^b	1,76 ^b	1,72 ^b	2,08 ^a	0,05	<0,01
Dias para Atingir 2%PV de IMS		20,67 ^b	10,83 ^{ab}	18,67 ^{ab}	4,33 ^a	3,66	<0,01
Ganho de Peso Diário, kg/dia		0,54 ^b	0,75 ^b	0,89 ^{ab}	1,12 ^a	0,12	0,02
Conversão Alimentar, kg/kg		12,20 ^c	9,86 ^{bc}	8,00 ^{ab}	7,00 ^a	1,10	0,02
Eficiência Alimentar, kg/kg		0,084 ^c	0,112 ^{bc}	0,139 ^{ab}	0,150 ^a	0,01	0,01
Flutuação da IMS, %		13,83 ^b	11,62 ^b	13,19 ^b	7,60 ^a	0,89	<0,01
Flutuação da IMS, kg		0,87 ^b	0,79 ^b	0,83 ^b	0,63 ^a	0,06	0,02
Custo do ganho de peso vivo, R\$		9,39 ^a	8,25 ^a	7,41 ^{ab}	5,39 ^b	0,96	0,01
ELm ⁴ , Mcal/kg		1,59 ^b	1,68 ^{ab}	1,88 ^a	1,84 ^a	0,08	0,06
ELm/esperada, Mcal/kg		0,79 ^b	0,84 ^{ab}	0,94 ^a	0,92 ^a	0,04	0,06
ELg ⁵ , Mcal/kg		0,98 ^b	1,07 ^{ab}	1,24 ^a	1,20 ^a	0,07	0,06
ELg/esperada, Mcal/kg		0,84 ^b	0,92 ^{ab}	1,06 ^a	1,03 ^a	0,06	0,06

Nota: ^{a,b,c}Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,08$); ¹erro padrão da média; ²Ingestão de matéria seca; ³

Peso Vivo; ⁴Energia líquida de manutenção; ⁵Energia líquida de ganho.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

3.2 Desempenho produtivo durante o período de transição entre a adaptação e terminação (20 – 28 dias)

Não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) para a maioria das variáveis de desempenho avaliadas nesta fase, com exceção do GPD, CA, EA e custo do ganho de peso dos animais (Tabela 3). Animais que foram alimentados somente com MON em todo o estudo e aqueles que foram alimentados com o MIX durante a fase de adaptação e somente com VM na terminação apresentaram maior GPD ($P=0,03$), melhor CA ($P=0,05$) e melhor EA ($P=0,02$) que aqueles que foram alimentados somente VM na adaptação e com o MIX na terminação e os que receberam o MIX no período total de confinamento. Já com relação ao custo do ganho de peso, a suplementação com o MIX na adaptação e VM na terminação diminuiu o custo do GPD ($P=0,04$) nesta fase, comparado aos demais tratamentos.

3.3 Desempenho produtivo durante o período total de confinamento

No que diz respeito ao desempenho produtivo dos animais durante o período total de dias em que permaneceram confinados, foram observados efeitos significativos com relação à utilização combinada dos aditivos sobre a maioria das variáveis analisadas com exceção da CA, EA, e energia líquida de manutenção e de ganho observada e esperada (Tabela 4). Animais que receberam o MIX durante o período de adaptação e somente VM na terminação apresentaram maior PV final ($P=0,04$), maior IMSKG ($P<0,01$) e IMSPV ($P<0,01$) e também apresentaram maior GPD ($P=0,03$) que os animais submetidos aos demais tratamentos.

No entanto, com relação à flutuação de ingestão de matéria seca tanto em porcentagem ($P=0,02$), quanto em quilos ($P<0,01$), bovinos que receberam somente VM na adaptação e o MIX na terminação flutuaram menos, comparado àqueles que receberam somente MON durante todo o período experimental, porém não diferiu dos demais tratamentos. Da mesma forma, bovinos que foram alimentados somente com VM na adaptação e com o MIX na terminação apresentaram menor custo para ganhar um quilo de peso vivo comparado aos que receberam somente MON durante o período de confinamento.

Tabela 3. Desempenho produtivo na fase de transição (20-28 dias) de bovinos Nelore confinados submetidos a diferentes combinações de monensina sódica e virginiamicina.

Variáveis	Adaptação	MON	MON + VM	MON + VM	VM	EPM ¹	Valor de P
	Terminação	MON	VM	MON + VM	MON + VM		
Peso Vivo Final, kg		413,49	420,05	413,87	419,15	13,33	0,66
IMS ² , kg/dia		7,66	8,23	7,65	8,04	0,34	0,21
IMS, %PV ³		1,89	2,00	1,87	1,93	0,04	0,13
Ganho de Peso Diário, kg/dia		1,85 ^a	2,16 ^a	0,99 ^b	1,03 ^b	0,32	0,03
Conversão Alimentar, kg/kg		4,33 ^{ab}	3,69 ^a	5,84 ^{bc}	5,64 ^c	0,55	0,05
Eficiência Alimentar, kg/kg		0,265 ^a	0,297 ^a	0,175 ^b	0,178 ^b	0,03	0,02
Flutuação da IMS, %		7,14	6,27	6,64	6,11	0,62	0,64
Flutuação da IMS, kg		0,53	0,53	0,51	0,50	0,05	0,95
Custo do ganho de peso vivo, R\$		3,39 ^{ab}	2,90 ^a	4,60 ^c	4,44 ^{bc}	0,48	0,04
ELm ⁴ , Mcal/kg		2,26	2,33	2,23	2,19	0,07	0,55
ELm/esperada, Mcal/kg		1,13	1,16	1,11	1,09	0,03	0,54
ELg ⁵ , Mcal/kg		1,57	1,64	1,54	1,51	0,06	0,54
ELg/esperada, Mcal/kg		1,25	1,30	1,23	1,20	0,04	0,54

Nota: ^{a,b,c}Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); ¹erro padrão da média; ²Ingestão de matéria seca; ³Peso Vivo; ⁴Energia líquida de manutenção; ⁵Energia líquida de ganho.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Tabela 4. Desempenho produtivo no período total de confinamento (90 dias) de bovinos Nelore confinados submetidos a diferentes combinações de monensina sódica e virginiamicina.

Variáveis	Adaptação	MON	MON + VM	MON + VM	VM	EPM ¹	Valor de P
	Terminação	MON	VM	MON + VM	MON + VM		
Peso Vivo Final 0-28 dias, kg		413,49	420,05	413,87	419,15	13,33	0,66
Peso Vivo Final 0-56 dias, kg		456,69	462,72	452,53	457,39	12,74	0,43
Peso Vivo Final 0-90 dias, kg		516,00 ^b	536,06 ^a	512,67 ^b	518,22 ^b	15,87	0,04
IMS ² 0-28dias, kg/dia		6,95 ^c	7,55 ^b	7,28 ^b	8,27 ^a	0,27	<0,01
IMS 0-56 dias, kg/dia		8,14 ^b	8,62 ^a	7,92 ^b	8,65 ^a	0,29	0,02
IMS 0-90dias, kg/dia		8,73 ^{bc}	9,62 ^a	8,47 ^c	9,09 ^b	0,30	<0,01
IMS 0-28 dias, %PV3		11,69 ^b	9,97 ^b	11,10 ^b	7,12 ^a	0,68	<0,01
IMS 0-56 dias, %PV		1,95 ^{bc}	2,04 ^{ab}	1,89 ^c	2,06 ^a	0,04	0,01
IMS 0-90 dias, %PV		1,98 ^{bc}	2,14 ^a	1,92 ^c	2,05 ^b	0,04	<0,01
Ganho de Peso Diário 0-28 dias, kg/dia		0,91	1,15	0,92	1,09	0,14	0,51
Ganho de Peso Diário 0-56 dias, kg/dia		1,19	1,29	1,11	1,19	0,09	0,37
Ganho de Peso Diário 0-90 dias, kg/dia		1,42 ^b	1,65 ^a	1,38 ^b	1,44 ^b	0,08	0,03
Conversão Alimentar 0-28 dias		8,48	7,04	7,74	8,18	0,98	0,74
Conversão Alimentar 0-56 dias		7,14	6,83	7,26	6,92	0,43	0,83
Conversão Alimentar 0-90 dias		6,20	5,86	6,18	6,43	0,24	0,38

Tabela 4. Continuação...

Variáveis	Adaptação	MON	MON + VM	MON + VM	VM	EPM	Valor de P
	Terminação	MON	VM	MON + VM	MON + VM		
Eficiência Alimentar 0-28 dias		0,128	0,154	0,139	0,133	0,020	0,67
Eficiência Alimentar 0-56 dias		0,145	0,150	0,139	0,146	0,009	0,75
Eficiência Alimentar 0-90 dias		0,163	0,172	0,163	0,158	0,006	0,38
Flutuação da IMS 0-28, %		11,69 ^b	9,97 ^b	11,10 ^b	7,12 ^a	0,68	<0,01
Flutuação da IMS 0-56, %		9,15 ^b	7,90 ^{ab}	8,38 ^b	6,33 ^a	0,51	<0,01
Flutuação da IMS 0-90, %		8,35 ^b	7,09 ^{ab}	7,49 ^{ab}	6,27 ^a	0,44	0,02
Flutuação da IMS 0-28, kg		0,76 ^b	0,71 ^b	0,73 ^b	0,59 ^a	0,05	0,04
Flutuação da IMS 0-56, kg		0,68 ^b	0,63 ^{ab}	0,60 ^{ab}	0,54 ^a	0,03	0,03
Flutuação da IMS 0-90, kg		0,67 ^b	0,65 ^{ab}	0,59 ^{ab}	0,56 ^a	0,04	<0,01
Custo do ganho de peso vivo, R\$		5,84 ^a	5,37 ^{ab}	5,40 ^{ab}	4,91 ^b	0,25	0,04
ELm ⁴ , Mcal/kg		2,06	2,09	2,08	2,01	0,05	0,48
ELm/esperada, Mcal/kg		0,97	0,98	0,98	0,94	0,02	0,48
ELg ⁵ , Mcal/kg		1,40	1,43	1,42	1,35	0,04	0,48
ELg/esperada, Mcal/kg		1,12	1,13	1,13	1,08	0,03	0,48

Nota: ^{a,b,c}Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); ¹erro padrão da média; ²Ingestão de matéria seca; ³Peso Vivo; ⁴Energia líquida de manutenção; ⁵Energia líquida de ganho.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

3.4 Comportamento ingestivo dos animais

As variáveis relacionadas ao comportamento ingestivo dos animais estão apresentados na tabela 5. Não foram observadas diferenças significativas para a maioria dos parâmetros avaliados durante o período de adaptação ($P>0,05$), entretanto, foram constatadas diferenças na IMS e eficiência na alimentação da MS e do FDN entre os tratamentos. Bovinos que foram suplementados somente com VM na adaptação apresentaram maior IMS ($P=0,05$) que aqueles que receberam o MIX e MON durante todo o período experimental; já animais que receberam o MIX durante a fase de adaptação e somente VM na terminação apresentaram maior IMS que aqueles suplementados somente com MON e não diferiu dos demais tratamentos.

Da mesma forma, bovinos suplementados somente com MON e com o MIX durante todo o período experimental foram menos eficientes para se alimentarem da MS ($P=0,02$) comparado aos bovinos submetidos aos demais tratamentos, já com relação à eficiência da alimentação do FDN, bovinos suplementados somente com VM na adaptação e recebendo o MIX na terminação apresentaram melhor eficiência ($P<0,01$) para esta variável comparado aos que foram suplementados somente com MON ou MIX durante todo o período de confinamento. Da mesma forma, a suplementação com o MIX na adaptação e somente VM na terminação também melhorou a eficiência na alimentação do FDN comparado aos que foram suplementados somente com MON, porém, não diferiu dos demais tratamentos.

Entretanto, na observação do comportamento ingestivo dos animais na fase de terminação (Tabela 5), não houve diferenças ($P>0,05$) para o tempo em ócio, tempo em ruminação, idas ao cocho e idas ao bebedouro. Desta forma, bovinos que receberam o MIX na adaptação e somente VM na terminação passaram menos tempo em alimentação ($P=0,02$) que os que receberam o MIX durante todo o período de confinamento, porém não diferiu daqueles que foram suplementados com MON o estudo todo e VM na adaptação e com o MIX na terminação. Contudo, com relação à IMS no dia do comportamento, animais que foram suplementados com o MIX durante o período de adaptação e somente com VM na terminação consumiram mais MS ($P=0,01$) que aqueles submetidos aos demais tratamentos; já com relação

ao tempo dispendido em alimentação por refeição, animais que receberam o MIX durante todo o estudo passaram mais tempo em alimentação por refeição ($P=0,04$) que os que foram suplementados somente com MON durante todo o período de confinamento, porém não diferiu dos demais tratamentos.

Já com relação ao consumo de FDN, animais que foram suplementados com o MIX durante a adaptação e somente com VM na terminação consumiram mais FDN ($P=0,02$) que os que foram suplementados somente com MON e que aqueles suplementados com o MIX durante todo o período experimental, porém não diferiu dos animais que receberam somente VM na adaptação e o MIX na terminação. Contudo, bovinos que foram suplementados com o MIX durante todo o período de experimento foram os menos eficientes para se alimentarem da MS e FDN ($P<0,01$) comparado aos demais tratamentos, entretanto, animais que foram suplementados com o MIX na fase de adaptação e somente com VM na terminação foram os mais eficientes para se alimentarem da MS e FDN, comparado aos demais tratamentos.

Animais que receberam o MIX durante todo o período experimental foram os menos eficientes na ruminação da MS ($P=0,02$) comparado aos animais submetidos aos demais tratamentos, entretanto, com relação a eficiência de ruminação do FDN, bovinos que receberam o MIX e MON no período total de confinamento foram os menos eficientes na ruminação do FDN ($P=0,02$) comparado aqueles submetidos aos demais tratamentos. Já com relação ao consumo de matéria seca por refeição, animais que foram suplementados com o MIX durante a adaptação e somente com VM na terminação consumiram mais MS por refeição ($P=0,02$), porém não diferiram dos animais que foram suplementados somente com VM na adaptação e com o MIX na terminação.

Tabela 5. Comportamento ingestivo na fase de adaptação (dia 23) e na fase de terminação (dia 60) de bovinos Nelore confinados submetidos a diferentes combinações de monensina sódica e virginiamicina.

Variáveis	Adaptação Terminação	MON	MON + VM	MON + VM	VM	EPM ¹	Valor de P
		MON	VM	MON + VM	MON + VM		
Período de adaptação							
Tempo em ócio, min		948,33	940,28	915,56	966,67	29,86	0,62
Tempo em ruminação, min		289,44	309,72	320	291,67	22,84	0,73
Tempo de alimentação, min		187,50	170,83	187,22	177,87	11,97	0,69
Idas ao cocho, n		16,83	16,50	16,06	15,33	0,98	0,72
Idas ao bebedouro, n		4,94	6,50	6,06	6,06	0,94	0,60
Ingestão de matéria seca, kg		6,99 ^c	8,10 ^{ab}	7,12 ^{bc}	8,15 ^a	0,38	0,05
TAREF ² , min		11,38	10,73	11,92	10,96	1,23	0,85
Consumo de FDN ³ , kg		1,66	1,86	1,85	2,06	0,13	0,25
EA ⁴ da MS ⁵ , min/kg da MS		26,90 ^a	21,20 ^b	27,11 ^a	20,11 ^b	1,78	0,02
EA da FDN, min/kg da MS		112,52 ^a	91,39 ^{bc}	107,0 ^{ab}	79,69 ^c	5,96	<0,01
ER ⁶ da MS, min/kg da MS		42,47	39,17	45,23	35,78	3,42	0,09
ER da FDN, min/kg da MS		177,03	146,90	181,61	143,31	15,31	0,14
CMS ⁷ por refeição, kg		0,42	0,50	0,46	0,50	0,04	0,54
Período de terminação							
Tempo em ócio, min		952,08	952,78	887,50	954,44	23,36	0,15
Tempo em ruminação, min		284,17	297,78	313,89	266,11	19,87	0,39
Tempo de alimentação, min		189,44 ^b	176,11 ^b	226,67 ^a	205,83 ^{ab}	11,28	0,02
Idas ao cocho, n		15,78	14,50	15,17	15,06	0,89	0,79
Idas ao bebedouro, n		3,5	3,28	3,95	3,06	0,59	0,49
Ingestão de matéria seca, kg		9,67 ^b	11,14 ^a	9,05 ^b	9,84 ^b	0,44	0,01
TAREF, min		12,13 ^b	12,37 ^{ab}	15,06 ^a	14,37 ^{ab}	1,12	0,04
Consumo de FDN, kg		2,31 ^c	2,83 ^a	2,45 ^{bc}	2,66 ^{ab}	0,15	0,02
EA da MS, min/kg da MS		19,83 ^b	16,08 ^c	26,46 ^a	20,93 ^b	1,22	<0,01
EA da FDN, min/kg da MS		83,07 ^b	64,47 ^c	98,91 ^a	77,61 ^b	5,36	<0,01
ER da MS, min/kg da MS		29,50 ^b	26,89 ^b	34,29 ^a	27,02 ^b	1,78	0,02
ER da FDN, min/kg da MS		124,83 ^a	106,94 ^b	126,92 ^a	99,66 ^b	7,24	0,02
CMS por refeição, kg		0,62 ^b	0,78 ^a	0,58 ^b	0,67 ^{ab}	0,05	0,02

Nota: ^{a,b,c}Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); ¹erro padrão da média; ²Tempo em alimentação por refeição; ³Fibra em Detergente Neutro; ⁴Eficiência de alimentação; ⁵Matéria Seca; ⁶Eficiência de ruminação; ⁷Consumo de matéria seca.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

3.5 Seletividade da ração por meio da “Penn State Particle Separator (PSPS)”

Com relação aos parâmetros relacionados à seletividade da ração, não foram constatadas diferenças significativas sobre o uso combinado dos aditivos para esta variável nas fases de adaptação e terminação (Tabela 6).

3.6 Parâmetros sanguíneos dos animais

Da mesma forma, no que se refere ao perfil metabólico sanguíneo dos animais, não foram observados nenhum efeito significativo dos tratamentos para as variáveis analisadas durante o período de adaptação dos animais (Tabela 7). Do mesmo modo, na fase de terminação também não houve diferenças para a maioria das variáveis analisadas, com exceção da temperatura retal. Animais que receberam o MIX durante a fase de adaptação e somente VM na fase de terminação apresentaram os maiores valores de temperatura retal comparado aos que receberam somente MON durante todo o período de confinamento e os animais que receberam somente VM na fase de adaptação e o MIX na fase de terminação ($P=0,06$).

Tabela 6. Índices de seletividade de partículas, calculado por meio da “Penn State Particle Separator”, de bovinos Nelore confinados submetidos a diferentes combinações de monensina sódica e virginiamicina.

Variáveis	Adaptação Terminação	MON	MON + VM	MON + VM	VM	EPM ¹	Valor de P
		MON	VM	MON + VM	MON + VM		
<u>Adaptação</u>							
Peneira 1 (19 mm)		1,03	1,01	1,03	1,06	0,03	0,52
Peneira 2 (8 mm)		1,06	1,04	1,05	1,06	0,01	0,16
Peneira 3 (1,18 mm)		1,02	1,02	1,03	1,02	0,004	0,12
Peneira 4 (Caixa)		0,95	0,97	0,93	0,94	0,01	0,21
<u>Terminação</u>							
Peneira 1 (19 mm)		1,12	1,04	1,05	1,07	0,03	0,25
Peneira 2 (8 mm)		1,07	1,04	1,05	1,07	0,02	0,80
Peneira 3 (1,18 mm)		1,06	1,02	1,02	1,04	0,02	0,65
Peneira 4 (Caixa)		1,02	1,00	1,01	1,01	0,02	0,92

Nota: ^{a,b,c} Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); ¹ erro padrão da média.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Tabela 7. Parâmetros sanguíneos de bovinos Nelore confinados submetidos a diferentes combinações de monensina sódica e virginiamicina.

Variáveis	Adaptação Terminação	MON MON	MON + VM VM	MON + VM MON + VM	VM MON + VM	EPM ¹	Valor de P
<u>Adaptação</u>							
pH		7,36	7,35	7,40	7,36	0,02	0,10
BEECF ² , mmol/L		-1,08	-1,75	0,58	1,17	1,42	0,30
BEB ³ , mmol/L		-1,30	-1,82	0,23	0,66	1,28	0,36
HCO ₃ ⁴ , mmol/L		24,10	23,56	25,13	26,07	1,22	0,40
Lactato, mmol/L		5,56	6,66	3,79	4,53	0,91	0,11
Temperatura retal, °C		38,63	39,10	39,02	38,84	0,16	0,19
<u>Terminação</u>							
pH		7,36	7,38	7,38	7,37	0,02	0,76
BEECF, mmol/L		-1,33	-0,25	-1,75	-0,67	1,33	0,71
BEB, mmol/L		-1,51	-0,39	-1,93	-0,96	1,17	0,62
HCO ₃ , mmol/L		23,76	24,49	22,95	24,20	1,09	0,59
Lactato, mmol/L		4,78	4,27	4,13	3,99	0,96	0,89
Temperatura retal, °C		38,79 ^a	39,13 ^b	38,96 ^{ab}	38,88 ^a	0,09	0,06

Nota: ^{a,b,c}Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,06$); ¹erro padrão da média; ²excesso de bases no fluido extra celular; ³excesso de bases no sangue; ⁴bicarbonato sanguíneo.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

3.7 Características de carcaça

Não foram observadas diferenças significativas para a maioria das variáveis analisadas com relação às características de carcaça dos animais (Tabela 8), entretanto, animais que receberam o MIX na fase de adaptação e somente VM na fase de terminação apresentaram maior peso de carcaça quente ($P<0,01$), rendimento de carcaça ($P<0,01$), AOL final ($P=0,06$) e ganho diário de AOL ($P=0,01$) que os animais que foram submetidos aos demais tratamentos. Ainda assim, animais que foram alimentados com dietas que continham somente VM na fase de adaptação e o MIX na fase de terminação apresentaram maior ganho diário de AOL que aqueles que receberam o MIX durante todo o período de confinamento ($P=0,01$).

3.8 Morfologia ruminal, incidência de rumenites e abscessos hepáticos

Com relação à morfologia do epitélio ruminal dos animais (Tabela 9), não foram constatadas efeito da combinação ou não de MON e VM ($P>0,05$) para nenhuma das variáveis avaliadas (índice de rumenites, número médio de papilas, área média de papila, superfície absorptiva e área da papila em % da superfície absorptiva). Da mesma forma, não houve nenhuma incidência de abscessos hepáticos em nenhum dos tratamentos aplicados.

3.9 Histologia do epitélio ruminal

Com respeito às características histológicas do epitélio ruminal dos animais (Tabela 10), não houve efeito da combinação ou não de MON e VM ($P>0,05$) para altura das papilas ($P=0,82$), largura das papilas ($P=0,46$), área de papila ($P=0,51$) e espessura de queratina ($P=0,08$). Entretanto, houve efeito significativo sobre o protocolo de combinação de aditivos para a o índice mitótico tanto expresso em % ($P=0,01$) quando ao número de células em mitose ($P=0,01$), em que, bovinos suplementados com o MIX durante todo o período de confinamento apresentaram maior índice mitótico tanto em número quanto em % quando comparado aos que foram suplementados com MON durante todo o período experimental e os que foram

suplementados com somente VM na adaptação e com o MIX na terminação, porém não diferiu dos animais que foram suplementados com o MIX durante o período de adaptação e somente VM na terminação.

Tabela 8. Características de carcaça de bovinos Nelore confinados submetidos a diferentes combinações de monensina sódica e virginiamicina.

Variáveis	Adaptação	MON	MON + VM	MON + VM	VM	EPM ¹	Valor de P
	Terminação	MON	VM	MON + VM	MON + VM		
Peso de carcaça quente, kg		266,44 ^b	284,22 ^a	264,06 ^b	270,81 ^b	8,33	<0,01
Rendimento de carcaça, %		51,68 ^b	53,00 ^a	51,49 ^b	52,26 ^b	0,30	<0,01
Gordura visceral, kg		4,21	4,08	4,26	4,34	0,20	0,80
Gordura visceral, %PCQ ²		1,58	1,44	1,62	1,61	0,08	0,21
AOL ³ inicial, cm ²		57,02	59,65	60,46	57,24	1,72	0,14
AOL final, cm ²		73,15 ^b	80,51 ^a	74,37 ^b	74,98 ^b	2,28	0,06
Ganho diário AOL, cm ²		0,18 ^{bc}	0,23 ^a	0,15 ^c	0,20 ^b	0,02	0,01
Marmoreio inicial		1,35	1,34	1,30	1,31	0,14	0,99
Marmoreio final		2,70	2,45	2,58	2,48	0,12	0,36
EGS ⁴ inicial, mm		1,85	1,83	1,84	1,83	0,06	1,00
EGS final, mm		3,93	4,45	3,87	3,98	0,24	0,32
Ganho diário EGS, mm		0,023	0,029	0,023	0,024	0,002	0,25
P8 ⁵ inicial, mm		2,70	2,65	2,64	2,55	0,06	0,42
P8 final, mm		5,47	6,18	5,19	5,57	0,32	0,15
Ganho diário P8, mm		0,030	0,039	0,028	0,034	0,003	0,13

Nota: ^{a,b,c}Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,06$); ¹erro padrão da média; ²Peso de carcaça quente; ³Área de olho de lombo; ⁴Espessura de gordura subcutânea; ⁵Espessura de gordura do biceps femoris (picanha).

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Tabela 9. Características morfológicas do epitélio ruminal de bovinos Nelore confinados submetidos a diferentes combinações de monensina sódica e virginiamicina.

Variáveis	Adaptação	MON	MON + VM	MON + VM	VM	EPM ¹	Valor de P
	Terminação	MON	VM	MON + VM	MON + VM		
Escore de Rumenite		1,11	1,00	1,00	1,22	0,26	0,92
Número Médio de Papilas, n		60,07	70,83	67,56	65,45	4,96	0,34
Área Média de Papila, cm ²		0,67	0,57	0,64	0,60	0,04	0,46
Superfície Absortiva, cm ²		38,32	38,95	41,80	36,50	2,66	0,57
Área de Papila, % da Superfície Absortiva		97,49	97,55	97,75	97,56	0,18	0,77

Nota: ^{a,b,c}Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); ¹erro padrão da média.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Tabela 10. Características histológicas do epitélio ruminal de bovinos Nelore confinados submetidos a diferentes combinações de monensina sódica e virginiamicina.

Variáveis	Adaptação	MON	MON + VM	MON + VM	VM	EPM ¹	Valor de P
	Terminação	MON	VM	MON + VM	MON + VM		
Altura de papilas, mm		3,95	4,19	4,16	4,00	0,21	0,82
Largura de papilas, mm		0,44	0,43	0,44	0,42	0,13	0,46
Área da papila, mm ²		1,76	1,73	1,85	1,65	0,09	0,51
Espessura de queratina, µm		14,05	15,21	15,32	13,95	0,50	0,08
Índice mitótico, %		1,55 ^b	1,76 ^{ab}	1,91 ^a	1,54 ^b	0,07	0,01
Índice mitótico, n		31,06 ^b	35,11 ^{ab}	38,17 ^a	30,78 ^b	1,39	0,01

Nota: ^{a,b,c}Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); ¹erro padrão da média.

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

4 DISCUSSÃO

Com relação aos parâmetros de desempenho em confinamento durante a fase de adaptação, animais que foram alimentados com dietas somente com VM apresentaram maior peso vivo final nesta fase provavelmente em função da maior IMSKG e IMSPV neste período (Tabela 2). Além disso, animais submetidos a este tratamento também apresentaram maior IMSKG e IMSPV nos primeiros 7 dias de confinamento comparado aos demais tratamentos. Como reflexo da maior IMS dos bovinos que foram suplementados somente com VM na fase de adaptação, estes também apresentaram maior GPD.

Em dietas cujo teor de energia é alto, o aumento da disponibilidade de energia promovido por aditivos como a MON faz com que muitas vezes um menor consumo forneça a mesma quantidade de energia (LANNA e MEDEIROS, 2007), porém na fase de adaptação deste estudo, bovinos que foram suplementados somente com MON além de apresentarem menor IMS, também mostraram menor GPD e pior CA e EA do que aqueles que foram suplementados somente com VM, mostrando que durante esta fase, talvez a redução da IMS, e maior degradação dos nutrientes no rúmen destes animais não foi capaz de promover a mesma quantidade de energia para promover mesmo GPD.

Não há muitos estudos avaliando o efeito do uso de VM somente em dietas de bovinos de corte em confinamento, entretanto, diferente do encontrado neste estudo no período de adaptação, quando Salinas-Chavira et al. (2009) testaram doses crescentes de VM (0, 16, 22,5 ppm) e um quarto tratamento com MON (28 ppm) para novilhos holandeses em dietas contendo 88% de concentrado (62,4% de milho floculado), os autores não encontraram diferenças significativas na IMSKG e EA para nenhum dos tratamentos. Porém, Sitta (2011) avaliando o efeito da inclusão de VM, MON e salinomicina na dieta de bovinos Nelore confinados, observou que quando animais foram suplementados somente com VM durante o período de confinamento, estes apresentaram maior IMSKG que os que receberam a combinação de MON e VM na dosagem de 30 e 15 ppm, respectivamente. Entretanto, quando os autores compararam as medias de IMSKG dos bovinos que

receberam somente VM com aqueles que foram suplementados somente com MON, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos.

Já era esperado que animais recebendo somente MON na fase de adaptação apresentassem menor IMS, uma vez que, diversos autores relataram redução na IMS com a utilização de MON (TEDESCHI *et al.* 2003; DUFFIELD *et al.* 2012).

Contudo, na maioria dos estudos cuja MON e VM foram combinadas na dieta de animais em confinamento durante todo o período experimental, observou-se diminuição da IMS e melhora na CA comparado a animais recebendo somente ionóforo (MON ou salinomicina) na dieta (NUNEZ, 2008; SITTA 2011). Entretanto, no presente estudo, a suplementação com MON e VM combinadas durante o período de adaptação não mostrou diferenças significativas para IMSKG, IMSPV, GPD, CA, EA comparada aos animais suplementados somente com MON. Diferente do encontrado neste estudo esperava-se que a suplementação com MON na dosagem de 30ppm, tanto sozinha, quanto combinada com VM diminuísse a IMS e mantivesse o GPD dos animais em função na melhora da CA e EA, porém, além de apresentar menor IMS, também apresentaram menor GPD e EA e maior CA comparado aos bovinos que foram suplementados somente com VM nesta fase.

Não há relatos na literatura estudos que envolvam diferentes combinações de aditivos na fase de adaptação e terminação de bovinos confinados. Desta forma, os efeitos encontrados no período de transição entre o final de adaptação e o início da terminação (19 a 28 dias do período experimental) deste estudo, período no qual a MON foi adicionada ou retirada na dieta dos animais, estão apresentados na tabela 3.

Diferente do encontrado ao final do período de adaptação, não houve diferenças significativas entre os tratamentos para PV final aos 28 dias de experimento, ou seja, 9 dias após o final da adaptação e também 9 dias após a adição ou remoção de MON sódica na dieta dos animais. Nota-se que logo no início da terminação, período em que os animais receberam a dieta final, com maior teor de NDT e ELg, animais que foram submetidos a suplementação com o MIX durante o período de adaptação e somente VM na terminação e aqueles que receberam somente MON na dieta já não apresentaram diferenças significativas para IMSKG e IMSPV comparado aos demais tratamentos. Entretanto, nesta fase (19-28 dias)

animais submetidos a estes tratamentos ganharam mais peso que os demais tratamentos, o que explica a menor CA e maior EA dos animais. Da mesma forma, por, por terem apresentado menor CA e maior EA, nesta fase estes animais foram o que apresentaram o menor custo de ganho e peso.

Contudo, animais que na fase de adaptação foram suplementados somente com VM apresentaram os melhores valores dos parâmetros relacionados a desempenho. No entanto, no período de transição, quando a MON foi adicionada a dieta destes animais, não houve aumento na IMSKG e IMSPV, e não houve melhora no GPD e consequentemente na CA e EA dos animais. Quando aditivos antibióticos ionóforos e não ionóforos são utilizados de maneira combinada na dieta dos animais, observa-se diminuição na IMS e melhora na CA e EA dos animais (NUNEZ, 2008; SITTA, 2011), entretanto, combinar os aditivos depois do início do confinamento, ou seja, após o fim do período de adaptação não melhorou o desempenho dos animais, e ainda desacelerou a IMS dos animais, que esta diretamente relacionada ao GPD.

É possível observar que além do efeito da adição ou remoção de MON na dieta dos animais no período de transição (20-28 dias de confinamento), desta vez, bovinos que foram alimentados com dietas contendo o MIX durante o período de adaptação e somente VM na terminação apresentaram maior peso final durante o período total de confinamento. Também é possível observar que animais que vinham sendo suplementados somente com VM na fase de adaptação apresentaram os melhores resultados neste período (0-19 dias), entretanto, quando a MON foi adicionada junto com a VM na dieta (início da terminação a partir do 20º dia de confinamento) não houve melhora no desempenho dos animais comparado aos demais tratamentos. Porém, quando animais estavam sendo suplementados com o MIX durante a fase de adaptação e no início da terminação a MON foi retirada da dieta, ao 28º dia de experimento, estes animais já apresentavam desempenho igual àqueles que receberam somente VM na adaptação.

O efeito mais marcante da utilização de MON em dietas de animais em confinamento é a redução da IMS dos animais e melhora na CA e EA dos animais (OLIVEIRA et al., 2005), porém não observou-se este efeito neste estudo, pois a

maior IMS dos animais que foram suplementados somente com VM na terminação não influenciou a CA e EA comparado aos demais tratamentos.

A estratégia de se utilizar a combinação de antibióticos ionóforos e não ionóforos na dieta de animais em confinamento é justamente pelo efeito depressor da IMS e possível melhora da CA e EA dos animais (SITTA, 2011) comparado a animais consumindo MON ou VM somente nas dietas. Entretanto, no presente estudo, a suplementação com a combinação dos aditivos diminuiu a IMS porém não melhorou a EA e CA dos bovinos submetidos a este tratamento quando comparado aos que foram suplementados somente com MON ou somente com VM na dieta na fase de terminação. Desta forma, novamente, bovinos suplementados com o MIX durante a fase de adaptação e somente com VM na terminação apresentaram maior GPD e função da maior IMSKG e IMSPV comparado aos submetidos aos demais tratamentos, sem diferenças na EA e CA.

Há relatos na literatura que quando a VM é utilizada como único aditivo na dieta dos animais, há pouco efeito na diminuição da IMS comparado ao grupo controle, entretanto o aditivo se mostra efetivo na melhora na CA (ROGERS et al., 1995). Da mesma, Sitta (2011) não encontrou diferenças de IMS e EA entre animais consumindo somente VM ou somente MON na dieta quando comparado aos que receberam MON (20ppm) + VM (15ppm).

Sendo assim, talvez o maior ganho de peso de animais que consumiram o MIX durante a fase de adaptação e somente VM na fase de terminação seja explicado pelo maior aporte de propionato produzido no rúmen dos animais, uma vez que, tanto a MON quanto a VM diminuem a produção de ácido láctico no rúmen e aumentam a produção de propionato (PERRY et al, 1976; BALLARINI et al., 1986). Animais submetidos a este tratamento consumiram mais MS que os demais, que proporcionou maior aporte de amido chegando ao rúmen, aumentando a degradação da dieta, aumentando a produção de propionato ruminal, consequentemente aumentando o GDP e PV final, PCQ, AOL e RC.

Da mesma forma, além do possível aumento na produção de propionato, outra característica marcante do uso de aditivos em dietas de bovinos de corte é a diminuição de acetato ruminal (BALLARINI et al., 1986). A diminuição da produção de acetato também reduz a produção de metano (que causa grande perda

energética), desta forma, há otimização na utilização da energia da dieta pelos microrganismos do rúmen, melhorando então o desempenho animal. Sendo assim, é possível que a suplementação com o MIX na adaptação e VM na terminação tenha proporcionado aos bovinos deste estudo melhor desempenho em função da menor produção de acetato e consequentemente de metano no rúmen, melhorando o aproveitamento de energia e o desempenho no confinamento.

Além do mais, o trabalho de Coe et al., (1999) pode explicar melhor o maior GPD dos animais suplementados somente com VM na terminação. Neste trabalho, avaliou-se o efeito do uso de VM para controlar a acidificação ruminal, e então por meio da administração intraruminal de mistura aquosa de amido e grãos moídos de milho (que possuem altas taxas de fermentação no rúmen), os autores induziram quadro de acidose em seis novilhos holandeses. Quando comparado com o tratamento controle, animais que receberam VM e MON/tilosina apresentaram maior pH ruminal, no entanto, animais que receberam tratamento com VM apresentaram maior pH às 3, 6, 9 e 12 horas após a indução de acidose, enquanto que animais que receberam MON/tilosina apresentaram aumento de pH somente às 6 horas depois. Somente após 51 horas o pH ruminal foi similar para ambos os tratamentos. Os animais submetidos ao tratamento controle ainda apresentaram acidose aguda após 36 horas, com um pH ruminal de 4,36; enquanto que, animais tratados com VM apresentaram pH ruminal de 5,8. Da mesma forma, os autores também observaram que a suplementação com VM foi mais efetiva no controle da produção de lactato do que a suplementação com MON/tilosina e também reportaram que a contagem para bactérias *Lactobacillus* e *Streptococcus bovis*, que são as principais bactérias produtoras de ácido láctico encontradas no ambiente ruminal, foi menor para animais que foram suplementados com VM do que para aqueles que foram suplementados com MON/tilosina.

Desta forma, a suplementação somente com VM na terminação pode ter proporcionado melhor ambiente ruminal para bactérias que degradam amido, em função da melhora nas condições de pH ruminal comparado aos animais dos demais tratamentos, sendo assim, talvez a taxa de degradação do conteúdo ruminal tenha sido maior, aumentando então a ingestão de MS dos animais e consequentemente maior GPD sem afetar os parâmetros sanguíneos.

Outra variável que pode indicar que os animais passaram por um quadro de acidificação ruminal é a flutuação na IMS (Tabela 4), principalmente quando são alimentados com dietas contendo alta inclusão de ingredientes concentrados. Grandes variações na IMS dos animais podem provocar acidose e diminuir a IMS (BRITTON; STOCK, 1987). Entretanto, apesar da diferença encontrada entre os tratamentos para esta variável, nenhum dos tratamentos apresentou flutuação da IMS maiores ou iguais a 10%, e segundo Schwartzkopf-Genswein et al., (2004) flutuações no CMS iguais ou menores do que 10% provavelmente não acarretariam em nenhuma consequência negativa para o desempenho de bovinos confinados.

Além da flutuação da IMS, outro indicativo de que bovinos confinados estão passando por algum processo de acidificação é através da avaliação do perfil metabólico sanguíneo. O que acontece é que processo de acidose começa quando o ruminante consome grandes quantidades de carboidratos rapidamente fermentescíveis no rúmen, como é o caso de grãos úmidos de milho, que foi utilizado neste estudo; desta forma iniciam-se mudanças ruminais severas, as quais resultam em mudanças sistêmicas. A hidrólise destes carboidratos leva ao aumento da concentração de glicose ruminal, a qual normalmente é muito baixa, até o ponto em que esta excede a concentração de glicose sanguínea (GALYEAN; RIVERA, 2003). Isto causa o aumento da osmolaridade (quantidade de sólidos dissolvidos no fluído ruminal), a qual colabora com o processo de acidificação ruminal por inibir a absorção de ácidos graxos de cadeia curta pelo rúmen (OWENS et al., 1998).

Quando animais entram em quadro de acidose, há alteração nos metabólitos do sangue, como queda do pH e da quantidade de bicarbonato sanguíneo, e consequentemente diminuição no excesso de bases o sangue e no fluído extra celular, no entanto, apesar da alta IMS dos animais submetidos a suplementação somente com VM no final de adaptação, não houve diferenças para os parâmetros sanguíneo dos animais em nenhum dos tratamentos, sendo que, todos estavam dentro da faixa aceitável para ausência de acidose metabólica (CARLSON, 1997), o que evidencia que os animais não passaram por nenhum processo de acidificação ruminal nem na adaptação nem na terminação indicando que todos os tratamentos aplicados foram capazes de evitar problemas com acidose metabólica, haja visto o baixo índice de rumenite e ausência de diferenças entre os tratamentos.

Silva, (2014) avaliou o uso de MON, VM, MON+VM e óleos funcionais na dieta de bovinos confinados sem adaptação consumindo dieta com 92% de concentrado e também avaliou o perfil metabólico sanguíneo dos animais e semelhante a este estudo, também não encontrou diferenças entre os tratamentos aplicados, mostrando novamente que tanto a MON quanto a combinação de MON+VM são efetivos na prevenção de acidose metabólica.

Além do perfil metabólico sanguíneo, também podemos concluir que os animais não passaram por nenhum quadro de acidose clínica severa, pois não houve diferenças significativas entre os tratamentos para o escore de rumenites (Tabela 9), em que os valores obtidos foram considerados baixos, pois foram menor que 2 pontos, em uma escala de 0 a 10 (BIGHAM; McMANUS, 1975).

Diferente do encontrado no presente estudo esperava-se que animais suplementados com o MIX durante o período de adaptação e somente VM no período de terminação apresentassem maior número médio de papilas (Tabela 9) e maior superfície absorptiva que aqueles submetidos aos demais tratamentos; uma vez que, foram os que apresentaram maior IMS e maior GPD, o qual pode ser atribuído a maior fermentação ruminal e maior produção de propionato que é responsável por promover o crescimento de papilas ruminais metabolicamente ativas (COSTA et al., 2008), porém não houve diferenças significativas para as variáveis morfológicas avaliadas.

Da mesma forma, não houve diferenças para as características histológicas avaliadas neste estudo (Tabela 10), com exceção do índice mitótico dos animais. Segundo Resende Júnior et al. (2006) embora mesmo que não existam evidências de que um epitélio ruminal com elevado índice mitótico, apresente também, alta atividade celular metabólica e alta capacidade de absorção de ácidos graxos de cadeia curta, o índice mitótico é o melhor indicador das variáveis histológicas, porém não ficou claro neste estudo por que bovinos suplementados com o MIX durante todo o período experimental apresentaram maior índice mitótico que aqueles que foram suplementados somente com VM na adaptação e receberam o MIX na terminação e que aqueles que foram suplementados com MON durante todo o período de confinamento, uma vez que, não houve diferenças na IMS, GPD, PVF nem na flutuação da IMS entre os tratamentos.

Além do maior PV final, animais suplementados com o MIX durante o período de adaptação e somente com MON na terminação apresentaram maior peso de carcaça quente (Tabela 8), o que já era esperado, uma vez que, estes animais apresentaram maior GPD e PV final. Entretanto, além do maior peso de carcaça quente (PCQ), animais submetidos a este tratamento também apresentaram maior rendimento de carcaça, maior área de olho de lombo (AOL) e consequentemente maior ganho e AOL por dia, diferente do encontrado nos estudos relacionados a utilização da combinação ou não de ionofóros e não ionofóros na dieta de bovinos confinados (SITTA, 2011; SILVA, 2014).

A suplementação somente com VM na terminação proporcionou maior IMS dos animais, consequentemente, houve também maior consumo de proteína em quilos comparado aos demais tratamentos. Desta forma, é provável que houve maior passagem de proteína verdadeira do rúmen para o intestino, o que pode ter colaborado com o maior AOL final e maior ganho de AOL durante o período de confinamento, além do maior PCQ e RC.

Com relação ao comportamento ingestivo dos animais; ao 23º dia de experimento, animais que foram suplementados com o MIX na adaptação e somente VM na adaptação também já apresentaram IMS igual aos que foram suplementados com somente VM na adaptação e receberam o MIX na terminação, da mesma forma, bovinos que foram mantidos sob estes tratamentos foram mais eficientes em se alimentar da MS e do FDN, ou seja, gastaram menos tempo para consumir um quilo de MS uma vez que, não houve diferenças no tempo em alimentação dos animais.

Na avaliação do comportamento ingestivo dos animais, como os animais que receberam o MIX na adaptação e somente VM na terminação apresentaram menor tempo em alimentação nesta fase e maior IMS, já era esperado que estes apresentassem maior eficiência na alimentação da MS e do FDN quando comparado aos que foram submetidos aos demais tratamentos, uma vez que, não houve efeito da seletividade das partículas da dieta em nenhum dos tratamentos aplicados. Entretanto, o que chama atenção nesta fase é que animais que receberam o MIX durante o período total de confinamento foram menos eficientes na alimentação da

MS e do FDN e na ruminação da MS e do FDN, ou seja, gastaram mais tempo para se alimentar da MS e do FDN e para ruminar a MS e o FDN da dieta.

Se levarmos em consideração que a velocidade da alimentação esta relacionada com a saciedade do animal, talvez mesmo apresentando menor IMS nesta fase, a combinação de MON+VM não melhorou a eficiência da utilização de energia dos animais que receberam este tratamento. Nunez, (2008) testando a combinação entre VM e salinomicina em dietas de bovinos confinados observou que a suplementação com a combinação dos aditivos melhorou a energia líquida observada de manutenção em 8,17% e a de ganho em 10,63% em comparação a dieta controle, entretanto não houve diferenças para a para esta variável entre nenhum dos tratamentos no presente estudo.

5 CONCLUSÕES

A suplementação com a combinação de MON e VM durante o período de adaptação e a retirada da MON na fase de terminação, parece ser a melhor opção de combinação destes aditivos em dietas contendo elevado teor de amido, pois, aumentou a IMSKG, IMSPV, GPD, peso de carcaça quente e o rendimento de carcaça dos animais sem afetar negativamente as variáveis ruminais e sanguíneas.

REFERÊNCIAS

ANUALPEC: **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: Argos, 2015.

BALLARINI, R.; SHAH, S. P.; KEER, L. M. Failure characteristics of short anchor bolts embedded in a brittle material. **Proc. R. S. London**, London, v. A 404, p. 35-54, 1986.

BATEMAN, J. V. **Nutrición animal**: manual de métodos analíticos. Cidade do México: Herrero Hermanos, 1970, 469 p.

BEAUCHEMIN, K. A.; YANG, W. Z.; MORGAVI, D. P. et al. Effects of bacterial direct-fed microbials and yeast on site and extent of digestion, blood chemistry, and subclinical ruminal acidosis in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 14, n. 81, p. 1628-1640, 2003.

BEVANS, D. W. et al. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 1116-1132, 2005.

BIGHAM, M. L.; MCMANUS, W. R. Whole wheat grain feeding of lambs. Effects of roughage and wheat grain mixtures. **Aust. J. Agric. Res.**, Clayton, v. 26, p. 1053-1062, 1975.

BLANCH, M.; CALSAMIGLIA, S.; DILORENZO, N.; DICOSTANZO, A.; MUETZEL, S.; WALLACE, R. J. Physiological changes in rumen fermentation during acidosis induction and its control using a multivalent polyclonal antibody preparation in heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 1722-1730, 2009.

BRINK, D. R.; LOWRY, S. R.; STOCK, R. A. et al. Severity of liver abscesses and efficiency of feed utilization of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 1201-1207, 1990.

BRITTON, R. R.; STOCK, R.A. Acidosis, rate of starch digestion and intake. In: AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION MP 121. Feed intake by beef cattle. Stillwater: Oklahoma State University, 1987. p. 125-137.

BROSSARD, L.; MARTIN, C.; MICHALET-DOREAU, B. et al. Ruminal fermentative 4 parameters and blood acido-basic balance changes during the onset and recovery 5 of induced latent acidosis in sheep. **Animal Research**, Tubingen, v. 52, p. 513-530, 2003.

CARVALHO, S.; RODRIGO, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35. p. 562-568, 2006.

COE, M. L.; NAGARAJA, T. G.; SUN, Y. D.; WALLACE, N.; TOWNE, E. G.; KEMP, K. E.; HUTCHENSON, 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**, Champaign, v. 77, n. 8, p. 2259-2268, 1999.

COSTA, S. F.; PEREIRA, M. N.; MELO L. Q.; RESENDE JÚNIOR, J. C.; CHAVES, M. L. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerros: I aspectos histológicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, p. 1-9, 2008.

DANIEL, J. L. P.; RESENDE JÚNIOR, J. C.; CRUZ, F. J. Participação do ruminoretículo e omaso na superfície absorviva total do proventrículo de bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, Belo Horizonte, v. 43, p. 688-694, 2006.

GALYEAN, M. L.; RIVERA J. D. Nutritionally related disorders affecting feedlot cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p.13-20, 2003.

GRANER, C. A. F. 1972. **Determinação do cromo pelo método da s-difenilcarbida**. Botucatu, Tese doutorado em ciências. Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas. 112p. 1972.

HEINRICHS J.; KONONOFF, P. Evaluating particle size of forages and TMRs using the Penn State Particle Size Separator. **Dairy and Animal Science**, Wallingford, p. 1-14, 1996.

HEINRICHS, J. **Evaluating particle Size of Forages and TMRs using the Penn State Particle Size Separator**. Pennsylvania: Pennsylvania State University, State College, 1996.

HENDRIX, D. L. Rapid extraction and analyses of nonstructural carbohydrates in plant tissues. **Crop Science**, Madison, v. 33, p. 1306-1311, 1993.

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. New York, v. 74, n. 3, p. 933-944, 1991.

LEONARDI, C.; ARMENTANO, L. E. Effect of Quantity, Quality, and Length of Alfalfa Hay on Selective Consumption by Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 86, n. 2, p. 557-564, 2003.

LOFGREEN, G. P.; GARRET, W. N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 27, n. 3, p. 793:806, 1968.

NAGARAJA, T. G.; NARAYANAN, S. K.; STEWART, G. C. CHENGAPPA, M. M. *Fusobacterium necrophorum* infections in animals: Pathogenesis and pathogenic mechanisms. **Anaerobe**, v. 11, p. 239-246, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6. ed. Washington: National Academy, 1984.

NUNEZ, A. J. C.; CAETANO, M.; BERNDT, A.; DEMARCHI, J. J. A.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D. Uso combinado de ionóforo e virginiamicina em Novilhos Nelore confinados com dietas de alto concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., Lavras. **Anais...** Lavras: Aptor Softwerw, 2008. 1 CD-ROM.

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

PENNER, G. B.; STEELE, M. A.; ASCHENBACH, J. R.; MCBRIDE, B. W. RUMINANT NUTRIOTION Symposium: Molecular adaptation of ruminal epithelia to highly fermentable diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 1108-1119, 2011.

PEREIRA, J. R A.; JUNIOR P.R. Manual prático de avaliação nutricional de alimentos. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. FEALQ. Piracicaba. São Paulo, p. 34, 1995.

PERKINS, T. L.; GREEN, R. D.; HAMLIN, K. E. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 1002-1010, 1992.

RESENDE JÚNIOR, J. C.; ALONSO, L. S.; PEREIRA, M. N. Effect of the feeding pattern on rumen wall morphology of cows and sheep. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 43, p. 526-536, 2006.

SALINAS-CHAVIRA, J.; LENIN, J.; PONCE, E.; SANCHEZ, U.; TORRENTERA, N.; ZINN, R.A. Comparative effects of virginiamycin supplementation on characteristics of growth-performance, dietary energetics, and digestion of calf-fed Holstein steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 4101-4108, 2009.

SARTI, L. M. N. **Efeito da suplementação com anticorpos policlonais e/ou monensina sódica sobre a saúde ruminal de bovinos jovens confinados.** 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SCHWAIGER, T.; BEAUCHEMIN, K. A.; PENNER, G.B. Duration of time that beef cattle are fed a high-grain diet affects the recovery from a bout of ruminal acidosis: Short-chain fatty acid and lactate absorption, saliva production, and blood metabolites. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, p. 5743-5753, 2013.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; BEAUCHEMIN, K. A.; MCALLISTER, T. A.; GIBB, D. J.; STREETER M. Effect of feed delivery fluctuations and feeding time on ruminal acidosis, growth performance, and feeding behavior of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 3357-3365, 2004.

SITTA, C. **Aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) em dietas com altos teores de concentrado para tourinhos da raça Nelore em terminação.** 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

SILVA, A. P. S. **Efeito da monensina, da virginiamicina e dos óleos funcionais de mamona e caju em bovinos Nelore submetidos a mudança abrupta para dietas com elevado teor de concentrado.** 2014. 103 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

STOCK, R.; KLOPFENSTEIN, T.; SHAIN, D. 1983. Feed intake variation. In: SYMPOSIUM FEED INTAKE BY FEEDLOT CATTLE, 1983, Stillwater. **Proceedings....** Stillwater: Oklahoma State University, 1983. p. 56-59.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v. 10, p. 3583-3597, 1991.

ZINN, R.A.; SHEN, Y. 1998. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 1280-1289, 1998.

APÊNDICE A - DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ANDRÉ LUIZ NAGATANI RIGUEIRO – nascido em 17 de Dezembro de 1990, na cidade de Junqueirópolis - SP. cursou o ensino fundamental e Médio na Escola professor José Edson Moysés em Irapuru - SP. Em Agosto de 2008, ingressou na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus Experimental de Dracena, onde obteve o grau de Zootecnista em Agosto de 2013. Durante o curso de graduação foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI) e bolsista de iniciação científica da fundação de amparo a pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP). Em Março de 2014, iniciou o curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal na área de concentração em Produção de Ruminantes, do Campus de Ilha Solteira e Campus de Dracena – UNESP Interunidades, sendo que em janeiro de 2016 submeteu sua dissertação de Mestrado à banca examinadora.

APÊNDICE B - Certificado de Ética em Uso dos Animais (CEUA)

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus Experimental de Dracena

**Comissão de Ética em Uso de Animais**

Certificado

Tendo em vista o Protocolo CEUA 28/2014, certificamos que o Projeto intitulado "Protocolos para uso combinado de monensina sódica e virginiamicina em dietas de bovinos Nelores confinados (Protocols for combined use of sodium monensin and virginiamycin in feedlot Nelore cattles diets)", sob a responsabilidade do(a) Prof(a). Dr(a). Danilo Domingues Millen está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Ética em Uso de Animais – CEUA, do Curso de Graduação em Zootecnia, do Câmpus Experimental de Dracena – UNESP, e foi aprovado pela referida Comissão.

Dracena, 11 de dezembro de 2014.

Profa. Dra. SIRLEI APARECIDA MAESTÁ
Presidente da Comissão de Ética em Uso de Animais