

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CÂMPUS DE BOTUCATU

USO DE MONENSINA SÓDICA E VIRGINIAMICINA PARA REDUZIR O TEMPO DE  
ADAPTAÇÃO E AUMENTAR O PESO DE CARÇAÇA QUENTE DE BOVINOS NELORE  
CONFINADOS

ANDRÉ LUIZ NAGATANI RIGUEIRO

Tese apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia como parte das  
exigências para a obtenção do título de Doutor

Botucatu - SP

Julho de 2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CÂMPUS DE BOTUCATU

USO DE MONENSINA SÓDICA E VIRGINIAMICINA PARA REDUZIR O TEMPO DE  
ADAPTAÇÃO E AUMENTAR O PESO DE CARÇAÇA QUENTE DE BOVINOS NELORE  
CONFINADOS

ANDRÉ LUIZ NAGATANI RIGUEIRO  
ZOOTECNISTA

Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Coorientador: Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni

Tese apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia como parte das  
exigências para a obtenção do título de Doutor

Botucatu - SP

Julho de 2019

R572u

Rigueiro, André Luiz Nagatani

Uso de monensina sódica e virginiamicina para reduzir o tempo de adaptação e aumentar o peso de carcaça quente de bovinos Nelore confinados / André Luiz Nagatani Rigueiro. -- Botucatu, 2019

92 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu

Orientador: Danilo Domingues Millen

Coorientador: Mário De Beni Arrigoni

1. Rúmen. 2. Zebu. 3. Consumo de energia. 4. Epitélio ruminal. 5.  
Acidose. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de  
Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

## BIOGRAFIA 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 Estadual Profº José Edson Moysés, na cidade de Irapuru-SP e Colégio Técnico em Pecuária na ETEC- Professora Carmelina Barboza, na cidade de Dracena - SP. Em agosto de 2008, ingressou na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (UNESP), Campus de Dracena, onde obteve o grau de Zootecnista em Julho de 2013. Durante o curso de graduação foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Tecnológica (PIBIT) e também da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Durante a graduação, realizou estágio supervisionado obrigatório no Texas A&M Agrilife Research and Extension Center, San Angelo, Texas. Em março de 2014, iniciou o curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal na área de concentração em Produção Animal pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Dracena / Ilha Solteira, onde obteve o grau de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal em fevereiro de 2016. Durante o curso de Mestrado foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Entre o curso de Mestrado e Doutorado foi bolsista de Treinamento Técnico 3 (TT-III) da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Em março de 2016, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na área de concentração de Nutrição e Alimentação Animal pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP), Campus de Botucatu. Durante o curso de Doutorado foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, e realizou período sanduíche na Universidade de Alberta – Edmonton, Canadá, sendo que em julho de 2019 submeteu sua Tese de Doutorado à banca examinadora.

## **DEDICATÓRIA**

A minha família, em especial a minha querida mãe Márcia, que sempre acreditou em meus planos e na trajetória que eu escolhi, foram suas orações que sempre me guiaram. Contudo, este trabalho tem dedicatória especial, dedico cada pedaço deste trabalho a um grande amigo, que calado sempre foi um professor, me ensinou que com esforço e determinação, honestidade e sinceridade, e com fé em Deus acima de tudo, não importa quanto tempo dure, a gente chega lá. Antônio Marcos Silvestre, a ti também dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por ter me dado saúde, força e discernimento durante mais esta etapa de minha vida.

À toda minha família, em especial a minha mãe Marcia, meu pai Sérgio 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 minha jornada, a presença de cada um de vocês é fundamental para que eu continue seguindo em frente.

Ao Prof. Dr. Danilo Domingues Millen, pela oportunidade, orientação, confiança e amizade ao longo destes 10 anos de trajetória.

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

Aos amigos de trabalho e companheiros de Pós-Graduação em Dracena, que sempre me ajudaram durante a condução deste trabalho: Mariana Squizatti, Ana Carolina Pinto, Daniela Dutra Estevam, Antônio Silvestre, João Victor Dellaqua e Murillo Ceola Stefano Pereira.

Aos funcionários da Unesp de Dracena, em Especial ao Adriano Crudo, que não mediram esforços para que tudo desse certo durante este período.

A minha turma de Pós-Graduação de Botucatu que estiveram presentes no início desta trajetória, e foram fundamentais ao longo do cumprimento de todos os créditos do doutorado.

A todos os meus veteranos de República, que desde a graduação sempre me incentivaram a evoluir. Aqui fica um obrigado especial ao Pokémon e ao Salxixa, que sempre se fizeram presentes durante este período.

A toda equipe do professor Danilo Domingues Millen, que foram fundamentais para que estes trabalhos pudessem de fato serem conduzidos. Um agradecimento especial aos orientados de iniciação científica e aos estagiários, que nunca mediram esforços para que todos estes projetos fossem bem conduzidos. K-stiga, Broxa, Pikachu, Jersey, Wrap, Zigoto, Cid, Geisy, Velma, Tetera, Flango, Moringa e Ratiofly, fica aqui meu muito obrigado. Aos meus amigos de infância, em especial aos meus irmãos “Gordo Rossi” e Carlos Santin, que estiveram sempre presentes nas horas mais importantes de minha estadia em Dracena.

A família, Santin, que desde criança me acolheu, vocês sempre me educaram e me ensinaram a ser uma pessoa boa. Vocês também são grandes responsáveis por esta conquista. Aqui um agradecimento especial ao Carlitão, que é meu segundo pai e meu maior exemplo.

Reservo este parágrafo para agradecer ao grupo maravilhoso que foi construído em meio a tanto trabalho duro e tanto divertimento durante esta trajetória. Gazela, Torto, Aids, Carlinhos, K-stiga, Leitão, Cid, Zé da Bota, Xibungo, Tonho e Liso, vocês foram fundamentais para segurar todos os rojões que estouraram durante cada acontecimento desta fase. Amizade que nasceu do boi e se irá se perpetuar.

Um agradecimento especial a Amanda Gusson, que entrou no fim desta jornada, mas foi fundamental para que eu pudesse concluir este trabalho. Se hoje nos reunimos para a banca de defesa desta tese, foi por que ela não deixou que eu desistisse e me fez sempre enxergar o melhor lado dessa história.

A 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 Phibro Saúde Animal pela parceria, por acreditar no nosso trabalho e pelo auxílio financeiro para que estes experimentos pudessem acontecer.

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

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!**

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 01.....	18
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	10
1.1. Protocolos de Adaptação de Bovinos Nelore em Confinamento .....	10
1.2. Acidose Ruminal.....	12
1.3. Uso de Antibióticos Ionóforos e Não Ionóforos em Dietas de Confinamento .....	13
1.3.1. Monensina Sódica.....	13
1.3.2. Virginiamicina.....	16
1.3.3. Uso Combinado de Monensina Sódica e Virginiamicina .....	18
1.4. Final do Período de Terminação de Bovinos Confinados .....	21
1.5. Referências .....	23
CAPÍTULO 02.....	30
Uso de virginiamicina como único aditivo alimentar para encurtar o período de adaptação de bovinos Nelore confinados.....	31
RESUMO.....	31
ABSTRACT .....	32
1. INTRODUÇÃO .....	33
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	34
2.1. Animais, Local do Experimento e Tratamentos.....	34
2.2. Manejo, Arraçoamento e Cuidado com os Animais .....	34
2.3. Desempenho Produtivo e Características de Carcaça.....	36
2.4. Avaliação do Custo do Ganho de Peso .....	37
2.5. Flutuação da Ingestão de Matéria Seca .....	37
2.6. Energia Líquida.....	37
2.7. Comportamento Ingestivo e Seletividade da Ração por meio da Penn State Particle Separator (PSPS).....	38
2.8. Incidência de Rumenites e Abscessos Hepáticos.....	39
2.9. Incidência de Lesões e avaliação histológica do Ceco dos Animais .....	40
2.10. Morfologia e Histologia do Epitélio Ruminal .....	40
2.11. Digestibilidade do Amido no Trato Total.....	41
3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	42
4. RESULTADOS .....	43
4.1. Desempenho Produtivo e Características de Carcaça .....	43

4.2.	Características morfométricas do epitélio ruminal e cecal e abscessos hepáticos	49
4.3.	Comportamento Ingestivo e Seletividade das Partículas .....	51
4.4.	Digestibilidade do amido.....	55
5.	DISCUSSÃO .....	57
6.	CONCLUSÕES .....	60
7.	REFERENCIAS .....	60
CAPÍTULO 03.....		64
Retirada estratégica de monensina sódica quando associada com virginiamicina para aumentar o peso de carcaça de bovinos Nelore confinados .....		65
RESUMO.....		65
ABSTRACT .....		66
1.	INTRODUÇÃO .....	67
2.	MATERIAL E MÉTODOS .....	68
2.1.	Animais, Local do Experimento e Tratamentos.....	68
2.2.	Manejo, Arraçoamento e Cuidado com os Animais .....	68
2.3.	Desempenho Produtivo e Características de Carcaça.....	70
2.4.	Avaliação do Custo do Ganho de Peso .....	71
2.5.	Flutuação da Ingestão de Matéria Seca .....	71
2.6.	Energia Líquida.....	71
2.7.	Comportamento Ingestivo e Seletividade da Ração por meio da Penn State Particle Separator (PSPS).....	72
2.8.	Incidência de Rumenites e Abscessos Hepáticos.....	73
2.9.	Incidência de Lesões e avaliação histológica do Ceco dos Animais .....	74
2.10.	Morfologia e Histologia do Epitélio Ruminal .....	74
3.	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS.	75
4.	RESULTADOS .....	76
4.1.	Desempenho Produtivo e Características de Carcaça.....	76
4.2.	Comportamento Ingestivo e Seletividade das Partículas .....	82
4.3.	Características morfométricas do epitélio ruminal e cecal.....	85
5.	DISCUSSÃO .....	87
6.	CONCLUSÕES .....	89
7.	REFERENCIAS .....	89

## **CAPÍTULO 01**

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

### *1.1. Protocolos de Adaptação de Bovinos Nelore em Confinamento*

A adaptação de bovinos a dietas de confinamento é um período que merece uma atenção especial pelos nutricionistas dentro do período de alimentação, uma vez que, neste período os animais estão sendo extremamente desafiados pelo estresse gerado pelo transporte (MARQUES et al., 2012), pelas mudanças no ambiente, no grupo hierárquico (LOERCH e FLUHARTY, 2000), e na nutrição (BROWN et al., 2000). Portanto, ainda que o período de adaptação tenha uma representatividade menor que 20% do período total da alimentação dos bovinos neste sistema, a qualidade com que esse período é monitorado, pode determinar o desempenho dos animais ao longo de todo o período de confinamento.

Entretanto, a adaptação no Brasil não tinha grande enfoque na pesquisa, e muito do que os nutricionistas empregavam na prática eram conceitos principalmente norte-americanos, porém é sabido que o padrão racial dos animais, como também o período de confinamento dos animais se diferem dos adotados no Brasil, onde a grande maioria do rebanho apresenta certo grau de sangue Nelore (MILLEN et al., 2009). Para este padrão de animais criados no Brasil, os nutricionistas que atendem os confinamentos brasileiros relataram nos levantamentos de Millen et al. (2009) e Oliveira e Millen (2014), que o período médio de adaptação adotado foram de 17,1 e 18,6 dias respectivamente.

Em busca de elucidar a adaptação para bovinos Nelore a dietas de alto teor de concentrado, uma série de pesquisas foram desenvolvidas. Testando os protocolos de adaptação em escada e restrição, Parra et al. (2011), Barducci et al. (2012) e Perdigão et al. (2014) avaliaram os períodos de 14 e 21 dias, 9 e 14 dias e 6 e 9 dias respectivamente. Pelo resultado obtido por esta bateria de estudos, foi recomendada adaptação de bovinos Nelore no Brasil por período de 14 dias, independentemente do tipo de protocolo de adaptação adotado (escada ou restrição).

Porém, em todos estes estudos citados anteriormente, a principal fonte energética da dieta foi a silagem de grão úmido de milho, este tipo de processamento do grão tende a elevar a degradabilidade do ingrediente no rumem dos animais (OWENS et al., 1995), o que pode elevar a carga de ácidos orgânicos no rúmen destes animais, além do que, este tipo de processamento não é o mais utilizado no Brasil (PINTO e MILLEN, 2016). Dessa forma, Estevam (2016) avaliou os efeitos dos períodos de 6, 9, 14 e 21 dias de adaptação de bovinos da raça Nelore às dietas de alto teor de concentrado, utilizando o protocolo em

escadas e tendo como principal ingrediente concentrado, grãos de milho quebrados grosseiramente. Em resposta ao processamento, foi relatado que bovinos da raça Nelore devem ser adaptados por 14 dias, mesmo quando a principal fonte de energia da dieta são grãos de milho quebrados grosseiramente.

Dentro de todos estes estudos listados anteriormente, o aditivo alimentar utilizado no período todo de alimentação foi a monensina sódica (**MON**), que é o aditivo mais utilizado nos confinamentos brasileiros (OLIVEIRA e MILLEN, 2014). Sua principal vantagem além do controle da fermentação ruminal, está na melhoria da eficiência alimentar dos animais, em decorrência da redução na produção de metano (RUSSEL e STROBEL, 1989) em virtude da priorização da via produtora de propionato (PERRY et al., 1976) aumentando o aporte de substrato para gliconeogênese hepática (BAIRD et al., 1980).

Mesmo a MON tendo esta vasta representatividade dentro do cenário da nutrição, um dos efeitos clássicos deste produto é a redução na ingestão de matéria seca (**IMS**), Duffield et al., (2012) em seu estudo de meta-análise relataram uma redução linear na IMS em decorrência da dose utilizada, que apresentou uma média entre os estudos de 28,1 mg/kg de matéria seca. Trabalhar com dose mais elevadas de MON na fase de adaptação podem comprometer ainda mais os efeitos sobre a IMS dos animais. Sendo assim, os animais tendem a levar mais tempo para atingirem o consumo predito. Como mostrado no estudo de Estevam (2016), os animais adaptados por 14 dias e que apresentaram os melhores valores de desempenho demoraram 14,83 dias para atingir a IMS predita utilizando a equação de predição de consumo do NRC (1996).

Já em um estudo feito por Rigueiro (2016), testando a virginiamicina (**VM**) como um antibiótico alternativo a MON, relatou que os animais suplementados com VM de maneira isolada, levaram apenas 4,33 dias para atingir um consumo de 2% do peso vivo em quilogramas de matéria seca da dieta, contra 20,67 dias para os animais suplementados apenas com MON. Esta grande amplitude nos dias para atingir o consumo, é pelo fato de que embora a VM apresente efeitos semelhantes ao da MON, com relação aos processos fermentativos no rumem, seu efeito sobre a IMS dos animais em confinamento são mínimos, mesmo em elevadas doses (19 a 27 mg/kg, ROGERS et al., 1995). Neste sentido, talvez quando diferentes aditivos sejam incluídos em dietas de confinamento, além da IMS, o período de adaptação possa ser diferente.

A VM mesmo apresentado efeitos semelhantes à MON, seu modo de ação difere, já que ela é um bactericida e, portanto, desempenha sua ação logo que chega no meio

ruminal. A suplementação com VM apresentaram menores população de *Lactobacillus* e *Streptococcus bovis* em comparação a MON, e conseqüentemente a concentração de lactato foi menor (COE et al., 1999). Como o cronograma relatado para adaptação do epitélio ruminal é ao redor de 7 dias para aumentos iniciais na atividade funcional (ETSCHMANN et al., 2009), o maior controle da fermentação até que o epitélio ruminal se adeqüe a nova carga de ácidos orgânicos é fundamental para evitar o acúmulo de lactato. Talvez utilizar um aditivo que tenha maior efeito na população de microrganismos produtores de ácido láctico, que não tenha efeito no CMS, possa acelerar a ingestão no início do período de confinamento, sem riscos acidose ruminal, necessitando de menos dias consumindo as dietas de adaptação.

## **1.2. 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 aditivos melhoradores de desempenho como a MON e VM para bovinos confinados se tornou imprescindível na manipulação da fermentação ruminal.

### **1.3. Uso de Antibióticos Ionóforos e Não Ionóforos em Dietas de Confinamento**

#### **1.3.1. 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 16 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).

Outra característica do uso de monensina como aditivo melhorador de desempenho é seu efeito na regulação no consumo de matéria seca (CMS). Esse mecanismo não é bem esclarecido na literatura, porém ocorre provavelmente devido ao aumento do tempo de retenção da dieta ingerida no rúmen. O aumento na retenção da dieta consumida aumenta a taxa de fermentação (principalmente em dietas com alta inclusão de amido), que por sua vez aumenta significativamente a produção de propionato, que é o AGCC precursor da glicose (Gliconeogênese), que é o metabólico responsável pela regulação da saciedade em ruminantes, semelhante ao efeito da glicose sanguínea, que regula o consumo de animais monogástricos (ROGERS; DAVIS, 1982). Dos aditivos melhoradores de desempenho utilizados na nutrição de bovinos, observa-se que o efeito na redução no CMS é mais evidente principalmente quando monensina é fornecida aos animais (GOODRICH et al., 1984), enquanto outros ionóforos, como lasalocida e salinomicina, em geral não afetam ou ainda podem aumentar o consumo (SPIRES et al., 1990). Os resultados com utilização da monensina e seus efeitos sobre a modulação do consumo de alimento são muito consistentes, onde o NRC (1996) recomenda que o CMS estimado seja diminuído em 4% em animais suplementados entre 27,5 a 33 ppm de monensina.

No que diz respeito ao desempenho de bovinos de corte suplementados com monensina, Goodrich et al. (1984) compilaram dados de 228 experimentos que envolveram 11.274 animais, encontrando dosagem média de  $31,8 \pm 7,5$  ppm. Os autores observaram que a suplementação com o aditivo aumentou o GPD 1,6%, reduziu o CMS de 6,4% e proporcionou 7,5% de melhora na EA. Ainda assim, quando dietas mais energéticas foram fornecidas aos animais, o efeito a suplementação com o ionóforo foi ainda mais evidente.

Além dos dados apresentados por Goodrich et al. (1984), outros autores avaliaram e confirmaram o efeito da suplementação com a molécula e a redução no CMS e todos os outros efeitos secundários a este fenômeno. Segundo Tedeschi, Fox e Tylutki (2003), em condições de confinamento, há um consistente aumento na EA provocado pela redução no CMS com pequeno ou nenhum efeito no GPD. Neste mesmo estudo, os pesquisadores concluíram que a dosagem ideal do aditivo foi de 28 ppm, resultando em aumento no GPD de 1,6 a 1,8%, diminuição no CMS de 4 a 6% e melhora na CA de 6 a 7,5% em bovinos confinados em fase de crescimento. Da mesma forma, Duffield, Merrill e Bagg (2012) fizeram uma meta-análise reunindo 40 artigos e 24 relatórios técnicos envolvendo o fornecimento de monensina. A dosagem média encontrada nos estudos foi de 28,1 ppm, resultando em aumento de 2,5% no GPD e melhora de 6,4% na EA.

Em outro estudo conduzido por Lana e Fox (2001) avaliando 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. Os autores 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.

Desta forma, observa-se que o efeito principal da suplementação com monensina sódica em dietas de bovinos de corte, principalmente mantidos em regime de confinamento é manter o desempenho produtivo reduzindo o consumo de alimento, melhorando assim a CA.

### **1.3.2. 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 (C28 H35 N3O7) de peso molecular de 525 e fator S (C43 H49 N7O10) 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 específica 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 ribossomos, 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 lático (BALLARINI et al., 1986). 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).

Alguns estudos foram conduzidos na tentativa de encontrar a dose ideal para utilização da molécula como melhorador de desempenho de bovinos de corte (SMITH et al., 1989; GILL et al. 1990). Smith et al., (1989) avaliaram os efeitos da suplementação com doses crescentes de VM (0; 10; 17,5 e 25 ppm) em dietas de bovinos terminados em confinamento. Os autores observaram que doses crescentes de VM não alteraram a IMS nem o GPD dos animais, contudo, houve efeito linear na eficiência alimentar dos animais, onde a dose de 25 ppm melhorou em 2,6% esta variável em comparação aos que não receberam o aditivo. Por outro lado, Gill et al., (1990) os efeitos de doses crescentes de VM (0; 10 e 17,5) e um tratamento que foi suplementado com MON (25 ppm) e observaram ambos os aditivos diminuíram a IMS, sem efeito no GDP, que por sua vez melhorou a EA dos animais. Neste estudo, a suplementação com VM na dose de 17,5 ppm melhorou a EA em 4,7%, contra 2,7% de melhora no grupo que foi suplementado com MON.

Rogers et al. (1995) avaliaram 7 estudos avaliando o efeito de diferentes doses de VM (0; 11; 19,3 e 27,6 ppm) em dietas com aproximadamente 90% de concentrado para bovinos confinados. Neste estudo, os autores observaram que a suplementação em doses crescentes de VM não afetou a IMS dos animais. Entretanto, houve resposta linear para o GPD e a EA. De acordo com o modelo testado, a dose recomendada para se utilizar quando o objetivo é maximizar o GDP é entre 19,3 e 27,3 ppm, enquanto que, para maximizar a EA a dose recomendada é entre 13,2 e 19,3 ppm.

Além do efeito no desempenho, a VM foi muito estudada em função de seu efeito antimicrobiano sobre a população de bactérias produtoras de ácido láctico (*Lactobacillus* e *Streptococcus bovis*). No trabalho realizado por Coe et al., (1999), os autores tentaram entender qual o efeito da suplementação de VM comparado a suplementação com MON + tilosina quando animais passam por desafio de acidose e os reflexos da suplementação com os aditivos na população de bactérias produtoras de ácido láctico e seus produtos. Os autores testaram os efeitos da suplementação com VM nas doses de 0; 175 e 250 mg/cab/dia comparado a suplementação com MON + Tilosina (250 + 90 mg/cab/dia, respectivamente) durante o período de adaptação e durante desafio de indução de acidose. De modo geral, a suplementação com VM foi mais eficaz em controlar a multiplicação de *Lactobacillus* e *Streptococcus Bovis* que por sua vez diminuiu a produção de ácido láctico no rúmen. Por esta razão, a VM tem entrado na dieta de animais mantidos em regime de confinamento na tentativa de diminuir os riscos de problemas de ordem nutricional como a acidose e os problemas secundários a acidose (Timpanismo e Laminite). Nos primeiros estudos in vitro testando a molécula, Nagaraja et al. (1987) evidenciaram o potencial do uso da molécula em grandes doses e em dietas com altas proporções de concentrado, na capacidade de diminuir em até 90% as bactérias produtoras de lactato sem alterar a produção de AGCC.

Pelas razões expostas acima, fica evidente que a VM é um aditivo alimentar com enorme potencial para ser utilizada como melhorador de desempenho no confinamento, pois pode modular a fermentação láctica sem comprometer a produção de AGCC, diminuindo os riscos de acidose e também melhorar o desempenho dos animais.

### **1.3.3. 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.

Em outro 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 se comparou 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.

Com base nos trabalhos descritos anteriormente, fica evidente que a combinação de ionóforos como a salinomicina e a MON com VM apresentam efeito no CMS, na EA e na energia líquida de ganho dos animais. Porém, a dose do ionóforo utilizado em combinação à VM é bastante questionada, principalmente a MON, haja visto que altas doses deste aditivo impactam grandemente no consumo dos animais. Neste sentido, Benatti et al., (2017) avaliaram o efeito de doses crescentes de MON em combinação a VM em dietas de alto concentrado fornecidas a bovinos Nelore mantidos em sistema de confinamento. Os autores avaliaram o efeito da suplementação com doses de 0, 10, 20 e 30 ppm de MON, onde todos estes níveis foram combinados com 25 ppm de VM. Doses crescentes de MON em combinação com VM apresentaram efeito linear sobre o CMS em % do PV (2,39; 2,37; 2,33; e 2,35), CA (7,45; 7,15; 7,13; 6,88 kg/kg) e eficiência biológica (150; 147; 145; 139 kg/@). Baseado nestes resultados, observa-se que doses crescentes de MON (até 30 ppm) em associação com VM também apresentam efeito linear na redução no CMS, que por sua vez melhora a EA também de forma linear.

Apesar da consistência dos dados reportados na literatura com a melhora na EA de animais confinados recebendo a combinação de ionóforos com VM, não havia reportado na literatura nenhum estudo que avaliasse o efeito do uso combinado dessas moléculas em períodos específicos durante a fase de engorda. É sabido que a suplementação com MON tanto sozinha na dieta (GOODRICH et al., 1988), quanto em combinação a VM (BENATTI et al., 2017) diminuem o CMS. A retirada deste aditivo da ração em uma fase estratégica ao longo dos dias de cocho poderia entregar um resultado diferente daqueles que foram reportados anteriormente com a combinação das moléculas durante o período total de confinamento.

Desta forma, na tentativa de avaliar qual o melhor protocolo para o uso combinado destes aditivos, Rigueiro (2016) avaliou o efeito da combinação de MON e VM em fases específicas ao longo dos dias de cocho quando bovinos Nelore são confinados recebendo dietas de alto concentrado. Em um dos tratamentos deste estudo, o autor avaliou o efeito da suplementação com a combinação durante a fase de adaptação, e o efeito da retirada somente da MON ao final deste período, neste trabalho, o autor verificou que a retirada da MON ao fim da adaptação aumentou o CMS, tanto em quilos, quanto em % do PV; melhorou o GPD, sem diferenças na CA e EA. Além disso, o grupo de animais sob este tratamento também apresentou maior PCQ e rendimento de carcaça.

Desta forma, ao identificar o potencial da retirada de MON quando associada a VM e o seu impacto no CMS, Figueira (2018) avaliou a estratégia de retirada de MON (20 ppm) da dieta de bovinos Nelore em terminação como modulador de CMS em dietas de alto concentrado (88%; com inclusão de 20% de polpa cítrica na dieta). Neste estudo cinco tratamentos foram testados: 1) Uso de VM em todo o período experimental, sem adição de MON na dieta (Controle); 2) Uso de MON durante o período de adaptação e transição (até o 34º dia de estudo); 3) Uso de MON até 90 dias em alimentação; 4) Uso de MON até 120 dias em alimentação e 5) A MON foi utilizada na dieta em todo período experimental. Todos os tratamentos continham VM (25 ppm). Neste trabalho, não houve efeito da retirada de MON sobre o CMS e demais variáveis de desempenho em nenhum dos tratamentos aplicados. Na dosagem de 20 ppm de MON, quando associada a VM em dietas de alto concentrado contendo subproduto (polpa cítrica), a retirada do aditivo parece não surtir efeito no CMS numa magnitude que seja possível elevar o CMS, o GDP e então o PQC de bovinos Nelore confinados.

Desta forma, é fundamental que mais estudos sejam elaborados com o objetivo de entender melhor qual o efeito da retirada de MON da dieta de bovinos confinados,

principalmente quando dietas com energia alta, e com níveis elevados de amido, haja visto que neste cenário, a capacidade de modular o CMS deste aditivo é maior.

#### **1.4. Final do Período de Terminação de Bovinos Confinados**

Dentro do período de confinamento, o crescimento tecidual não é constante ao longo de todo o período, podendo ser influenciado pela idade, sexo, “Frame”. A porcentagem de músculo depositado por quilo de ganho na carcaça tende a diminuir, enquanto a proporção de gordura tende a aumentar com os dias de confinamento, resultando no aumento da exigência de energia para ganho (ABERLE, 1975). Animais mais velhos apresentam uma maior deposição de gordura no ganho médio diário (**GMD**), bem como fêmeas e animais de “frame” menor tendem a depositar gordura precocemente, em virtude de o seu peso a maturidade ser mais baixo, sendo que quanto mais próximo ao peso à maturidade, maior é a deposição de gordura em relação à proteína, o que tende a aumentar as exigências de ganho de peso (MARCONDES et al., 2012).

Portanto, com o passar dos dias de confinamento, a deposição de gordura tende a aumentar, elevando as exigências para ganho e reduzindo a eficiência alimentar (ARBOITTE, et al., 2004; PAZDIORA et al., 2013). Porém, há uma relação indireta entre o peso do animal e a IMS ao longo do confinamento, de modo que o consumo não acompanha o peso nas mesmas proporções, em parte pela maturação mais precoce do trato digestivo (OWENS et al., 1993), como também pelo *feedback* hormonal, principalmente pela leptina (FOOTE et al., 2015).

A leptina é um hormônio peptídico produzido pelos adipócitos e células gordurosas e sua concentração varia de acordo com os níveis de gordura corporal no animal, este hormônio é bastante conhecido e estudado justamente por estar envolvido nos processos de regulação da ingestão de matéria seca dos animais. Assim, como observado por Owens et al., (1995), que com o aumento do peso a quantidade de gordura depositada na carcaça aumenta de forma quadrática exponencial, esta acelerada deposição de gordura eleva as concentrações de leptina circulantes, intensificando a sinalização para as regiões cerebrais do controle do apetite, induzindo a IMS.

No entanto, o nível e a fonte do volumoso na dieta podem influenciar, tanto na IMS como na ingestão de EL, e conseqüentemente no desempenho e características de carcaça (GALYEAN e DEFOOR, 2003). Dessa forma, explorar a densidade energética das dietas nas fases finais de confinamento pode ser uma estratégia para explorar o ganho de carcaça

nesta fase em que o animal tem sua eficiência biológica afetada. Em um estudo realizado por Coleman et al. (1995), os animais aumentaram o rendimento de carcaça de aproximadamente 57% para 64% durante 105 dias de terminação em confinamento, no estudo o preenchimento do trato gastrointestinal em percentagem do peso em jejum diminuiu de 15,6% para 8,5% durante o período de confinamento.

Em outro estudo, Bruns et al., (2004), encontraram alta correlação ( $R^2 = 0,81$ ) do peso de carcaça quente com o rendimento de carcaça dos animais, neste estudo os bovinos partiram de 57,1% para 65,6% de rendimento de carcaça durante o período de confinamento. Dentro deste estudo os autores realizaram cinco abates escalonados para avaliar a relação do peso vivo corporal com a composição do peso corporal e gordura intramuscular de novilhos terminados em confinamento, e encontraram aumento linear do peso vivo, rendimento de carcaça pesa de carcaça quente, ganho de peso vivo e de carcaça durante o período experimental. Os animais apresentaram um ganho de peso vivo de 56 kg do dia 89 ao dia 141 de terminação, entretanto, quando se avaliou o peso de carcaça quente dos animais, houve um ganho de 49 quilos de carcaça (246 vs. 295 quilos) dentro deste mesmo período, o que equivale a aproximadamente 88% de carcaça com relação ao ganho de peso vivo. E comparando o período de 187 a 250 dias, o ganho foi de 31 kg de peso corporal, com um ganho em carcaça de 29 kg (351 vs. 380), representando um ganho de aproximadamente 94% em carcaça. O que está também de acordo com Pazdiora et al., (2013) que relatam uma tendência de aumento no rendimento do ganho com o aumento do peso corporal. Em um trabalho atual avaliando o tempo de confinamento sobre o desempenho dos animais Moreira (2018) relatou que ao passo que os dias de confinamento se estendem, a taxa de ganho de carcaça reduz, entretanto, a contribuição do ganho em carcaça no ganho de peso aumenta.

Estas respostas em termos econômicos podem resultar em melhorias na lucratividade, Bondurant et al. (2016) reportam aumento na receita total e no lucro por animal com aumento no tempo de confinamento e peso da carcaça, mesmo havendo diminuição do ganho e eficiência efetiva. Isso se explica principalmente pela diluição do valor de aquisição do animal que é o que mais onera o custo de produção, e com a maximização na exploração da carcaça a relação benefício:custo aumenta de forma linear com a elevação no peso da carcaça (NICHELE et al., 2015).

No entanto, não há documentado na literatura estratégias alimentares cujo objetivo é explorar o ganho de carcaça na fase final da terminação, porém, no estudo de Rigueiro (2016), o autor observou efeito significativo quando diferentes combinações dos aditivos

foram fornecidas aos animais nas fases de adaptação e terminação. Além do efeito na IMS e conseqüentemente nas variáveis de desempenho durante o período de adaptação, o autor observou diferenças significativas para IMS e variáveis de desempenho durante a fase de terminação; período após a mudança na combinação dos aditivos.

O que chama a atenção no estudo de Rigueiro (2016) é a IMS ao longo da fase de terminação; notou-se que ao fim da adaptação, ao adicionar ou retirar MON na dieta houve alteração significativa na IMS dos animais. Animais que consumiram somente VM na dieta durante o período de adaptação (19 dias) consumiram mais de 1 kg de ração comparado aos dos outros tratamentos, entretanto, observa-se que ao incluir a MON na dieta, não houve aumento na IMS na fase de terminação. Porém, quando retirou-se a MON da dieta dos bovinos que estavam consumindo os aditivos combinados durante o período de adaptação, houve aumento na IMS dos animais durante todo o período de engorda, em comparação aos demais tratamentos. Além da maior IMS, bovinos que consumiram a combinação dos aditivos na fase de adaptação e somente VM na terminação apresentaram maior peso vivo final, ingestão de matéria seca em % do peso vivo e GMD somente quando avaliou-se o período total de confinamento (0-90). O mesmo grupo de animais também apresentou maior peso de carcaça quente, área de olho de lombo e rendimento de carcaça que os submetidos aos outros tratamentos.

Portanto, estudar associações estratégicas de aditivos com o intuito de manipular a IMS em fases específicas dos dias de cocho podem aumentar significativamente o ganho de carcaça e melhorar a lucratividade das operações de confinamento.

### **1.5. Referências**

- ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; GERRARD, D. E.; MILLS, E. W. **Principles of meat science**. 4th ed. Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, IA. 354p. 1975.
- ARBOITTE, M.Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; SILVA, J.H.S.; NORNBORG, J.L.; KUSS, F. Desempenho em confinamento de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês, abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.947-958, 2004.
- BAIRD, G. D.; LOMAX, M. A.; SYMONDS, H. W.; SHAW, S. R. 1980. Net hepatic and splanchnic metabolism of lactate, pyruvate and propionate in dairy cows in vivo in relation to lactation and nutrient supply. **Biochem. J.** 186:47-57.

- 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.
- BARDUCCI, R. S. Protocolos e durações de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos Nelore confinados. 2013. 100 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
- 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.
- BENATTI, J. M.; ALVES NETO, J. A.; OLIVEIRA, I. M.; RESENDE, F. D.; SIQUEIRA, G. R.; Effect of increasing monensin sodium levels in diets with virginiamycin on the finishing of nellore cattle. **Animal science journal**, v.88. P.1709-1714, 2017.
- BONDURANT, R. G.; MACDONALD, J. C.; ERICKSON, G. E.; BROOKS, K.; FUNSTON, R. N.; BRUNS, K. Carcass Gain, Efficiency, and Profitability of Steers at Extended Days on Feed (2016). **Nebraska Beef Cattle Reports**. 859. Disponível em:<<http://digitalcommons.unl.edu/animalscinbcr/859>>
- BROWN, M. S.; KREHBIEL, C. R.; GALYEAN, M. L.; REMMENGA, M. D.; PETERS, J. P.; HIBBARD, B.; ROBINSON, J.; MOSELEY, W. M. 2000. Evaluation of acute and subacute acidosis on dry matter intake, ruminal fermentation, blood chemistry, and endocrine profiles of beef steers. **J. Anim. Sci.** 78:3155–3168.
- BRUNS, K. W.; PRITCHARD, R. H.; and BOGGS, D. L.;..The relationships among body weight, body composition, and intramuscular fat content in steers. **Journal of Animal Science**, v82, p. 1315–1322, 2004.
- 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.

- COE, M. L.; NAGARAJA, T. G.; SUN, Y. D.; WALLACE, N.; TOWNE, E. G.; KEMP, K. E.; HUTCHESON, J. P. 1999. Effect of virginiamycin on ruminal fermentation in cattle during adaptation to a high concentrate diet and during an induced acidosis. **Journal of Animal Science**. 77:2259–2268. <https://doi.org/10.2527/1999.7782259x>
- COLEMAN, S. W.; EVANS, B. C.; and GUENTHER, J. J. Body and carcass composition of Angus and Charolais steers as affected by age and nutrition. **Journal of Animal Science**, p. 71-86, 1993.
- 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 Chemotherapy**, Oxford. v. 24, p. 485–507, 1989.
- DUFFIELD, T. F.; MERRILL, J. K.; BAGG, R. N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **Journal of Animal Science**, v.90, p. 4583-4592, 2012.
- ESTEVAM, D. D. Períodos de adaptação de bovinos Nelore confinados a dietas de alto teor de concentrado. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.
- ETSCHMANN, B.; SUPLIE, A.; MARTENS, H. 2009. Change of ruminal sodium transport in sheep during dietary adaptation. **Archives Animal Nutrition**. 63:26-38. doi: 10.1080/17450390802506885.
- FINLAYSON, H. J. The effect of pH on the growth and metabolism of *Streptococcus bovis* in continuous culture. **Journal of Applied Bacteriology**. Chichester, v. 61, p. 201-208, 1986.
- FIGUEIRA, D; N. Estratégias de retirada da monensina na dieta de bovinos em terminação como modulador do consumo de matéria seca. 2018. 47 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2018.
- FOOTE, A. P.; HALES K. E.; KUEHN, L. A.; KEISLER, D. H.; KING, D. A.; SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L. and FREETLY, H. C. Relationship of leptin concentrations with feed intake, growth, and efficiency in finishing beef steers. **Journal of Animal Science**, v.93, p. 4401–4407, 2015.

- GALYEAN, M. L.; DEFOOR, P. J. 2003. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**. 81(E. Suppl. 2):E8–E16.
- GALYEAN, M. L.; RIVERA, J. D. Nutritionally related disorders affecting feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, v. 83, p. 13-20, 2003.
- GOODRICH, R. D.; GARRET, J. E.; GHAST, D. R.; KIRICH, M. A.; LARSON, D. A.; MEISKE, J. C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v. 58, p. 1484-1498, 1984.
- GILL, D.R.; SMITH, R.A.; BALL, R.L. The effect of probiotic feeding on health and performance of newly-arrived stocker calves. **Oklahoma Agricultural Experiment Station**, Stillwater, MP-203, p.202-204, 1987.
- 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. 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.
- LOERCH, S. C.; FLUHARTY, F. L. Use of trainer animals to improve performance and health of newly arrived feedlot calves. *J. Anim. Sci.* 2000. 78:539–545
- MARCONDES, M. I.; TEDESCHI, L. O.; VALADARES FILHO, S. C.; CHIZZOTTI, M. L. Prediction of physical and chemical body compositions of purebred and crossbred Nellore cattle using the composition of a rib section. **Journal of Animal Science**, 90:1280–1290, 2012.

- MARQUES, R.S.; COOKE, R.F.; FRANCISCO, C.L.; BOHNERT, D.W. 2012. Effects of twenty-fourhour transport or twenty-four hour feed and water deprivation on physiologic and performance responses of feeder cattle. **J. Anim. Sci.** 90, 5040–5046. [https://doi.org/ 10.2527/jas2012-5425](https://doi.org/10.2527/jas2012-5425).
- 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.; GALYEAN, M. L.; VASCONCELOS, J. T. 2009. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **J. Anim. Sci.** 87:3427-3439.
- 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.
- MOREIRA, A. D. 2018. Efeito do tempo de confinamento sobre o desempenho, ganho em carcaça e rendimento de desossa de bovinos nelore. 55f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2018.
- NAGARAJA, T.G.; TAYLOR, M.B. Susceptibility and resistance of ruminal bacteria to antimicrobial feed additives. **Applied and environmental microbiology** 53: 1620-1625. 1987.
- NICHELE, E. M.; MORAES, E. H. B.; ARAÚJO, C. V.; PINA, D. S.; MORAES, K. A. K.; HOFFMANN, A. Eficiência bioeconômica de bovinos de corte em confinamento. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.16, n.3, p.699-711, 2015.
- NRC (National Research Council). Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. Washington: National Academy Press, 242p, 1996.
- 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.

- OLIVEIRA, C. A.; D. D. MILLEN. 2014. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Anim. Feed Sci. Tech.** 197:64-75.
- OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3138-3150, 1993.
- OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; GILL, D. R. 1995. Impact of grain sources and grain processing on feed intake and performance of feedlot cattle. In: Symposium: Intake by Feedlot Cattle. Publ. P-942. Oklahoma Agric. Exp. Stn., Stillwater. pp. 235–256.
- 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.
- OWENS, F.N., GILL, D.R., SECRIST, D.S. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**. v.73, p. 3152-3172, 1995.
- PAGE, S. W. The role of enteric antibiotics in livestock production. Australia: Avcare Limited, 2003. p. 337.
- PARRA, F. S. Protocolos de adaptação à dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos nelore confinados. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- PAZDIORA, R. D.; RESENDE, F. D.; FARIA, M. H., et al. Animal performance and carcass characteristics of Nelore young bulls fed coated or uncoated urea slaughtered at different weights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 273-283, 2013.
- PERDIGÃO, A. Protocolos de adaptação a rações de alto teor de concentrados para bovinos Nelore confinados. 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.
- 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.
- PINTO, A. C. J. ; MILLEN, D. D. . Situação atual da engorda de bovinos em confinamento e modelos nutricionais em uso. In: Sebastião de Campos Valadares Filho et al.. (Org.). Simpósio de Produção de Gado de Corte (X Simcorte). 1ed.Viçosa/MG: UFV, 2016, v. 1, p. 103-120.

- RIGUEIRO, A. L. N. 2016. Protocolos para o uso combinado de monensina sódica e virginiamicina em dietas de bovinos nelore confinados. 70f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de engenharia de Ilha Solteira, Área de conhecimento: Ciência e Tecnologia Animal, 2016.
- 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.
- ROGERS, J. A.; DAVIS, C. L. Rumen volatile fatty acid production and nutrient utilisation in steers fed a diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 65, n. 6, p. 944-952, 1982.
- 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.
- 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
- SMITH, M.T.; GILL, D.R.; OLTJEN, J.W.; DOLEZAL, H.G.; STRAZIA, C.A.; MARTIN, J.J.; ROGERS, J.A. The effect of virginiamycin on performance of feedlot cattle. Oklahoma: Animal Science Research Report, 1989. p. 137-141. SPIRES, H. R.; OLMSTED, A.; BERGER, L. L.; FONTENOT, J. P.; GILL, D. R.; RILEY, J. G.; WRAY, M. I.; ZINN, R. A. Efficacy of laidlomycin propionate for increasing rate and efficiency of gain by feedlot catttle. **Journal of Animal Science**, n. 68, p. 3382, 1990.
- TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P. Potential environmetal benefits of ionophores in ruminantes diets. **Journal of Environmental Quality**, v. 32, p. 1591- 1602, 2003.

## **CAPÍTULO 02**

## Uso de virginiamicina como único aditivo alimentar para encurtar o período de adaptação de bovinos Nelore confinados

### RESUMO

O estudo foi conduzido no confinamento experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas-FCAT, Unesp, Campus de Dracena com o objetivo de testar os efeitos de diferentes dias de adaptação de bovinos Nelore no confinamento com a utilização de virginiamicina como aditivo alimentar sobre o desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça e saúde do rúmen e ceco de bovinos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 6 repetições (4 animais por baía), em que 105 bovinos machos de 18 meses de idade, não castrados, da raça Nelore com peso vivo (PV) médio inicial de  $390,41 \pm 19,03$  kg, onde foram divididos aleatoriamente em 30 baias e alimentados por 111 dias. Neste estudo os animais foram divididos em cinco tratamentos: 1) MON (27 mg/kg) com adaptação por 14 dias; 2) MON (27 mg/kg) + VM (25 mg/kg) com adaptação por 14 dias; 3) VM (25 mg/kg) com adaptação por 14 dias; 4) VM (25 mg/kg) com adaptação por 9 dias; e 5) VM (25 mg/kg) com adaptação por 6 dias. Ao final de cada período de adaptação, 3 animais por tratamento foram abatidos ( $n=15$ ) para avaliação dos compartimentos rúmen e ceco e os 90 animais restantes foram abatidos ao final dos 111 dias de alimentação. Não foram observadas ( $P>0,05$ ) diferenças significativas para a maioria das variáveis de desempenho, com exceção da IMS em kg e em % do peso vivo ( $P<0,05$ ). Animais adaptados por 9 dias consumindo somente VM apresentaram maior IMS em kg ( $P=0,02$ ) do que aqueles adaptados por 6 e 14 dias. A suplementação com MON ou MON+VM durante todo o período de confinamento diminuiu a IMS tanto em kg quanto em % do PV, comparado aos que foram adaptados por 14 dias somente com VM. Da mesma forma, a suplementação com MON ou MON+VM melhorou a CA e EA, diminuiu a FLUT% e FLUTKG, quando comparado a suplementação somente com VM quando bovinos foram adaptados por 14 dias ( $P<0,05$ ), diminuindo o custo do ganho de peso vivo dos animais sob estes tratamentos. A suplementação somente com VM com adaptação por 14 dias melhorou a deposição de gordura no contra-filé diária (ganho de EGS;  $P=0,03$ ) e na picanha (ganho de gordura na P8;  $P=0,02$ ), comparado a adaptação por 6 e 9 dias. A combinação de MON+VM diminuiu o rendimento de carcaça em 1,23 pontos percentuais, comparado a adaptação por 14 dias somente com VM como aditivo alimentar, entretanto, os animais do mesmo grupo apresentaram maior marmoreio final ( $P=0,02$ ). A adaptação por 9 dias somente com VM diminuiu o desenvolvimento do epitélio ruminal, pois animais sob este grupo apresentaram menor NMP ( $P=0,04$ ), ASA e RPSA% ( $P<0,01$ ). Com base nestes

resultados, recomenda-se adaptar bovinos Nelore quando somente VM é utilizada como aditivo alimentar por 14 dias, pois períodos mais curtos de 6 e 9 dias não melhoraram o desempenho e comprometeu a deposição de gordura na carcaça.

### **Use of virginiamycin as the sole feed additive to shorten the adaptation period of feedlot Nelore cattle**

#### **ABSTRACT**

This study was conducted at the experimental feedyard of the College of Agricultural and Technologic Sciences, Unesp, Dracena Campus. The aim of this experiment was to test the effects of the length of adaptation period of feedlot Nelore cattle when virginiamycin was fed as the sole feed additive on the feedlot performance, feeding behavior, carcass traits and ruminal and cecal health. The experiment was a completely randomized blocks design, replicated 6 times (6 animals/pen) within 115 18 months old yearling bulls, uncastrated, with initial body weight  $390,41 \pm 19,03$  kg were aleatory allocated in 30 pens and fed by 111 days. In this trial animals were divided into 5 treatments as follows: 1) MON (27 mg/kg) adapted by por 14 d; 2) MON (27 mg/kg) + VM (25 mg/kg) ) adapted by por 14 d; 3) VM (25 mg/kg) ) adapted by por 14 d; 4) VM (25 mg/kg) ) adapted by por 9 d; e 5) VM (25 mg/kg) adapted by por 6 d. At the end of each adaptation period (6, 9 or 14 days) three animals per treatment were slaughtered (15) to evaluate the health of rumen and cecum and the 90 left animals were sent to slaughter house at the end of feeding period. There was no difference ( $P > 0.05$ ) for most variables related to feedlot performance, except for DMI in kg and as % of BW ( $P < 0.05$ ). Animals adapted by 9 days receiving VM only presented greater DMI in kg ( $P = 0.02$ ) when compared to those adapted for 6 or 9 days. Supplementation with MON or the combination of MON + VM thought the feeding days decreased DMI in kg and as % BW compared to animals adapted by 14 days receiving only VM ( $P < 0.05$ ). Similarly, supplementation of MON or MON+VM enhanced CA and EA, decreased DMI variation in kg and in percentage when compared with supplementation only with VM when cattle were adapted by 14 days ( $P < 0,05$ ), then decreased the cost to gain one kg of BW of animals under these treatments. Supplementation only with VM when cattle were adapted by 14 days improved *longissimus dorsi* fat deposition (daily gain of back fat;  $P = 0,03$ ) and at the *biceps femoris* (P8 fat daily gain;  $P = 0,02$ ) when compared with those adapted by 6 or 9 days. Combination of MON+VM decreased dressing percentage in 1,23 percentage points, compared with adaptation by 14 days when VM was the sole feed additive into the diet,

however, animals under this treatment presented greater marbling score ( $P=0,02$ ). Adaptation by 9 days decreased ruminal epithelium development because animals under this treatment presented smaller NMP ( $P=0,04$ ), ASA and RPSA% ( $P<0,01$ ). Based on the results of this study, recommendation is to adapt Nelore cattle receiving VM as the sole feed additive by 14 days, because shorter periods such as 6 or 9 das did not improve feedlot performance and decreased carcass fat deposition.

## 1. INTRODUÇÃO

Um assunto bastante estudado no Brasil com bovinos da raça Nelore em confinamento é a adaptação destes animais a dieta de terminação. Considerado a fase mais crítica durante todo o período de alimentação, uma boa adaptação é fundamental para o sucesso de toda a operação de engorda neste sistema.

Anos atrás, não haviam pesquisas relacionadas à adaptação de bovinos Nelore no confinamento, então grande parte dos nutricionistas brasileiros utilizavam protocolos de adaptação de forma empírica ou com base em informações geradas por outros países e, que muitas vezes, não condizem com nossa realidade, especificamente para a raça Nelore, a qual representa a maior porcentagem dos animais confinados no Brasil (MILLEN et al., 2009).

Neste sentido, vários estudos foram realizados anteriormente para determinar o período de adaptação mais adequado às dietas com altos teores de concentrado para bovinos Nelore (PARRA, 2011; BARDUCCI, 2013; PERDIGÃO, 2014, ESTEVAM 2016; WATANABE, 2016; PEREIRA, 2019). Nestes estudos foram testados períodos de adaptação de 6, 9, 14 e 21 dias, dois tipos de protocolos para adaptação: escadas e restrição e também o efeito da exposição prévia a ingredientes concentrados antes do período de confinamento e a relação com a duração da adaptação nestas circunstâncias. Com base nos resultados destes estudos, constatou-se que o período de adaptação mais adequado para bovinos Nelore no Brasil é de 14 dias, independentemente do tipo de protocolo de adaptação adotado e da exposição prévia a ingredientes concentrados.

Entretanto, todos os estudos realizados com protocolos de adaptação de bovinos Nelore em confinamento utilizaram como aditivo alimentar na dieta a monensina sódica (**MON**), que é conhecida pelo efeito na redução na IMS e melhora na eficiência alimentar em confinamentos de gado de corte. Porém, doses elevadas deste aditivo durante o período de adaptação podem segurar ainda mais o consumo de matéria seca nesta fase. Alguns aditivos melhoradores de desempenho também são utilizados em dietas de bovinos

confinados com o objetivo de melhorar a eficiência alimentar com um menor efeito na IMS, como é o caso da virginiamicina.

Como não há estudos relacionados a adaptação de bovinos Nelore no Brasil, utilizando outra molécula como aditivo alimentar, torna-se necessário testar a hipótese de que bovinos adaptados no confinamento suplementados com outro aditivo alimentar, alcançam alto consumo de matéria seca mais cedo, sem problemas de desordens metabólicas, necessitando então de um menor período de adaptação. Deste modo, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do uso de virginiamicina como único aditivo alimentar sobre o tempo de adaptação, desempenho produtivo, comportamento ingestivo, morfometria ruminal e cecal, digestibilidade do amido e características de carcaça em bovinos Nelore confinados.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### ***2.1. Animais, Local do Experimento e Tratamentos***

O estudo foi conduzido no confinamento experimental de bovinos de corte da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas-FCAT, Unesp, Campus de Dracena. Foram utilizados 120 animais machos não castrados da raça Nelore com peso vivo médio inicial de  $390,41 \pm 19,03$  kg, provenientes de recria em sistema de pastejo contínuo.

O delineamento foi em blocos casualizados, em que o peso vivo inicial foi o critério utilizado para formar os blocos. Desta maneira, os tratamentos experimentais foram os seguintes: 1) MON (27 mg/kg) com adaptação por 14 dias (**MON14**); 2) MON (27 mg/kg) + VM (25 mg/kg) com adaptação por 14 dias (**MONVM14**); 3) VM (25 mg/kg) com adaptação por 14 dias (**VM14**); 4) VM (25 mg/kg) com adaptação por 9 dias (**VM9**); e 5) VM (25 mg/kg) com adaptação por 6 dias (**VM6**). Cada tratamento foi composto por 6 baias (4 animais/baia), as quais foram consideradas as unidades experimentais para este estudo.

### ***2.2. Manejo, Arraçoamento e Cuidado com os Animais***

O programa de recebimento dos animais foi da seguinte forma: todos os bovinos foram vacinados e desverminados, e submetidos a um período de pré-adaptação a base de feno de *cynodon* por um período de 7 dias com o objetivo de uniformizar a população ruminal dos mesmos e adaptá-los às instalações e ao manejo. Os animais foram mantidos em baias de chão batido, com 2,0m de piso de concreto próximo ao cocho, as quais tiveram lotação de quatro animais (18 m<sup>2</sup> por animal e 1,5 m de cocho por animal). As dietas experimentais foram formuladas segundo o LRNS (*Large Ruminant Nutrition System*, FOX et al., 2004),

nível 2, cujos níveis estão apresentados na Tabela 1, esperando-se ganhos de peso diários de 1,400 a 1,600 kg/animal. As dietas experimentais foram compostas por: bagaço de cana-de-açúcar, feno de *Cynodon dactylon* cultivar coast cross, grãos de milho finamente moídos (Peneira de 3 mm), farelo de soja, sal mineral e ureia (tabela 1). O protocolo de adaptação utilizado foi na forma de escadas, o qual consiste de aumento gradual do teor de concentrado e redução do teor de volumoso da ração com fornecimento sempre ad libitum.

O manejo das dietas de adaptação com suas respectivas durações para cada tratamento foram da seguinte forma: **VM6**: receberam as dietas 1, 2 e 3 por 2 dias cada, totalizando 6 dias de adaptação; **VM9**: receberam as dietas 1, 2 e 3 por 3 dias cada, totalizando 9 dias de adaptação; **VM14**: receberam a dieta 1 por 5 dias, a dieta 2 por 4 dias e a dieta 3 por 5 dias, totalizando 14 dias de adaptação; **MON14**: receberam a dieta 1 por 5 dias, a dieta 2 por 4 dias e a dieta 3 por 5 dias, totalizando 14 dias de adaptação; **MONVM14**: receberam a dieta 1 por 5 dias, a dieta 2 por 4 dias e a dieta 3 por 5 dias, totalizando 14 dias de adaptação.

Tabela 1. Composição e conteúdo nutricional das dietas totais oferecidas aos animais durante o confinamento.

<b>Dietas</b>	<b>ADAP 1<sup>1</sup></b>	<b>ADAP 2<sup>2</sup></b>	<b>ADAP 3<sup>3</sup></b>	<b>TERM 1<sup>4</sup></b>
<b>Nível de Concentrado (%)</b>	<b>66</b>	<b>72</b>	<b>78</b>	<b>84</b>
<b>Ingredientes (% de MS)</b>				
Bagaço de cana de açúcar	20,00	18,00	16,00	12,00
Feno de <i>Cynodon</i>	15,00	10,00	5,00	2,00
Milho moído fino	41,80	50,00	59,60	70,00
Farelo de soja	20,00	18,70	16,00	12,55
Ureia	0,70	0,80	0,90	0,95
Suplemento mineral <sup>5</sup>	2,50	2,50	2,50	2,50
<b>Conteúdo Nutricional</b>				
Matéria Seca (MS)	46,00	48,00	51,00	57,00
NDT <sup>6</sup> (% MS)	64,00	67,00	70,00	74,00
Proteína Bruta (% MS)	15,60	15,60	15,20	14,60
FDN <sup>7</sup> (% MS)	41,40	36,60	31,40	14,60
Carboidratos não fibrosos (% MS)	38,00	43,00	49,00	55,00
peNDF <sup>8</sup> (% MS)	28,00	23,00	18,00	13,00
Elg <sup>9</sup> (Mcal/kg MS)	1,00	1,08	1,15	1,26
Ca (% MS)	0,60	0,58	0,56	0,54
P (% MS)	0,40	0,41	0,42	0,42

<sup>1</sup> Dieta de adaptação 01; <sup>2</sup> Dieta de adaptação 02; <sup>3</sup> Dieta de adaptação 03; <sup>4</sup> Dieta de terminação 01; <sup>5</sup> Ca: 18,23%; P: 4,05%; Mg: 0,77%; K: 0,05%; Na: 8,22%; Cl: 12,65%; S: 1,60%; Co: 27,50 ppm; Cu: 754,17 ppm; Fe: 2498 ppm; I: 37,29 ppm; Mn: 740 ppm; Se: 6,20 ppm; Zn: 1790 ppm; <sup>6</sup> Nutrientes digestíveis totais; <sup>7</sup> Fibra em detergente neutro; <sup>8</sup> Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva, <sup>9</sup> Energia Líquida de Ganho.

Os animais receberam as dietas experimentais três vezes ao dia (8h (35%), 11h (20%) e as 16h (45%)) com água constante nos bebedouros. O fornecimento da ração foi ad

*libitum* e as quantidades oferecidas diariamente foram ajustadas com base na quantidade de sobra nos cochos antes da primeira refeição (8h).

O consumo de matéria seca foi medido diariamente para cada baia por meio da pesagem do alimento fornecido, e da pesagem das sobras antes do trato da manhã do dia subsequente, fazendo-se, posteriormente, a média de consumo por animal. A determinação da matéria seca da dieta total foi efetuada todos os dias para se obter o consumo diário em quilos de matéria seca. O consumo de matéria seca também foi expresso em porcentagem do peso vivo.

### **2.3. Desempenho Produtivo e Características de Carcaça**

No início e ao final do período experimental todos os animais foram pesados após jejum de sólidos de 16 horas. Desta forma, foi calculado ao final do experimento o desempenho produtivo: o ganho de peso diário (**GPD**), utilizando os dados da pesagem inicial e final divididos pelo tempo de confinamento; a conversão alimentar (**CA**), obtida pela divisão do CMS total pelo ganho de PV total, a eficiência alimentar (**EA**), calculada pela divisão do ganho de peso total pelo CMS total. Da mesma forma, a cada 28 dias de experimento, todos os animais foram pesados, sem jejum, e do peso vivo encontrado, foram descontados 4% do peso vivo dos animais para obter-se o peso enxuto e então foram calculados os ganhos parciais dentro de cada período (a cada 28 dias).

Os animais foram submetidos a duas avaliações de ultrassonografia, no início e no final da fase de confinamento segundo a metodologia proposta por Perkins et al. (1992), utilizando-se unidades de ultrassom veterinário “Aloka – 500 SSD”, com sonda “linear de 3,5 Mhz” (Aloka Co. Ltd., Tokyo, Japan) e óleo vegetal como acoplante acústico para verificar o desenvolvimento da espessura de gordura subcutânea (**EGS**), área de olho de lombo (**AOL**) e marmoreio do músculo *Longissimus dorsi* (contra-filé) entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas; e espessura de gordura na garupa (**EP8**) sobre o músculo *Biceps femoris* (picanha).

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial, 15 animais foram abatidos ao final da fase adaptação (6, 9 ou 14 dias, de acordo com o tratamento aplicado), para então se determinar o desenvolvimento e o grau de inflamação dos compartimentos rúmen e ceco dos mesmos, e também verificar a presença de abscessos hepáticos ao fim de cada período de adaptação.

O rendimento de carcaça quente final foi calculado a partir do peso de carcaça quente (**PCQ**) final, obtido em frigorífico comercial, dividido pelo PV final do animal, obtido no confinamento.

#### **2.4. Avaliação do Custo do Ganho de Peso**

A avaliação do custo de ganho de peso foi com base em quanto custou ao animal para ganhar um quilo de peso vivo quando comparados os cinco tratamentos utilizados neste estudo. Ressaltando que os animais foram alimentados com a mesma dieta na adaptação e terminação, as quais diferirão apenas com relação a duração da adaptação e inclusão dos aditivos. O custo do ganho foi calculado conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Custo do Ganho(R\$)} = \left( \frac{(\text{Ingestão de MS (kg)} \times \text{Custo por kg da MS da dieta})}{\text{Ganho de Peso Vivo Diário (kg)}} \right)$$

#### **2.5. Flutuação da Ingestão de Matéria Seca**

Para avaliar a flutuação no consumo de matéria seca foi seguida metodologia proposta por Bevans et al. (2005). Para isso, foram coletadas diariamente as informações de consumo médio dos animais de cada baia a partir da pesagem da quantidade de alimento ofertado e das sobras. A matéria seca da dieta foi determinada todos os dias, para assim, obter-se a quantidade de matéria seca ingerida pelos animais. Sendo assim, a flutuação no consumo de matéria seca foi calculada pela diferença de consumo entre dois dias consecutivos. A flutuação de consumo de matéria seca foi expressa tanto em quilogramas, quanto em porcentagem:

$$\text{Flutuação} = \left( \frac{(\text{Consumo de matéria seca atual} - \text{Consumo de matéria seca do dia anterior})}{\text{Consumo de matéria seca do dia anterior}} \right) * 100$$

#### **2.6. Energia Líquida**

Por meio dos dados de ingestão de matéria seca, peso corporal e ganho de peso diário obtidos nos experimentos, foram calculados os valores de energia líquida observada (ELobs) das dietas. As equações utilizadas seguiram a metodologia proposta por Zinn e Shen (1998). Foram calculadas as exigências de ganho (Eg) e de manutenção (Em) dos animais por meio das fórmulas 1 e 2, respectivamente. Depois de calculadas as exigências energéticas relacionadas aos ganhos de peso corporal (kg/dia) e aos pesos metabólicos

(kg) dos animais, foram então calculados os valores de energia líquida das dietas (Mcal/kg de MS) para manutenção (ELm) e ganho (ELg) através das fórmulas 3 e 4.

$$(1) \text{ Eg} = [0,0493 \cdot \text{PV}^{0,75}] \text{ GPD}^{1,097} ; (\text{NRC}, 1984)$$

$$(2) \text{ Em} = 0,077 \cdot \text{PV}^{0,75}; (\text{LOFGREEN \& GARRETT}, 1968)$$

$$(3) \text{ ELm} = (-b - ((b^2) - (4ac))^{0,5}) / (2a) ; (\text{ZINN e SHEN}, 1998); \text{ em que: } a = -0,41 \cdot \text{Em}; b = 0,877 \cdot \text{Em} + 0,41 \cdot \text{CMS} + \text{Eg}; c = -0,877 \cdot \text{CMS}$$

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

em que: Eg = exigência em energia para ganho (Mcal/dia) Em = exigência em energia para manutenção (Mcal/dia) ELm = energia líquida de manutenção (Mcal/kg de MS) ELg = energia líquida de ganho (Mcal/kg de MS).

### ***2.7. Comportamento Ingestivo e Seletividade da Ração por meio da Penn State Particle Separator (PSPS)***

Os animais foram submetidos a duas observações visuais para avaliação do comportamento ingestivo, sendo que nos dias de avaliação estes foram observados a cada cinco minutos, durante período de 24 horas. As observações foram realizadas durante o experimento para abranger os períodos de adaptação e terminação, respectivamente, desta forma, o comportamento ingestivo dos animais foi avaliado ao final de cada período de adaptação (ou seja, 06; 09 e 14 dias) e para contemplar o período de terminação, os animais passaram por outra observação no dia 60 do período experimental. Durante as observações foram coletados dados para determinação do tempo despendido em ingestão, ruminação e ócio, expressos em minutos, conforme descrito por Johnson e Combs (1991), números de refeições por animal e de visitas ao bebedouro. Da mesma forma, em cada período de observação de 24 horas, foram coletadas amostras das rações fornecidas e das sobras dos cochos após 24 horas, para, por meio de análises bromatológicas de matéria seca e fibra em detergente neutro, para que então, pudesse se determinar a quantidade ingerida desses nutrientes pelos animais. Conseqüentemente, foram calculadas as eficiências de alimentação e ruminação da matéria seca e da fibra em detergente neutro seguindo a metodologia descrita por Carvalho et al. (2006), assim como o consumo de matéria seca médio por refeição.

Nos dias de cada observação de comportamento ingestivo 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 (1996) para então se analisar a extensão da seleção, a

qual foi expressa em forma de índice de seleção. O PSPS é equipado com três caixas, as quais contêm ao fundo de cada uma, peneiras 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. Cada amostra de ração ou de sobras coletada conteram aproximadamente 200g, as quais foram colocadas sobre a primeira caixa (19 mm de diâmetro), e então a PSPS foi agitada conforme descrito por Heinrichs (1996).

As frações da matéria natural das amostras retidas em cada peneira e na caixa sólida foram então pesadas para se determinar a distribuição das partículas da amostra conforme o tamanho. O índice de seleção foi calculado como a ingestão atual / ingestão esperada para cada porção retida nas peneiras individuais. A ingestão esperada foi calculada como a distribuição do tamanho de partícula da dieta total (base na matéria natural) × a ingestão atual de matéria natural. A ingestão atual foi calculada como a quantidade de ração oferecida × a distribuição do tamanho de partículas da dieta total – a quantidade de sobras × a distribuição do tamanho de partículas das sobras (%). Portanto, índices de seleção de 1, menor que 1 e maior que 1, indicam: ausência de seleção, seleção contra e seleção a favor, respectivamente de acordo com a peneira ou caixa avaliada (LEONARDI e ARMENTANO, 2003). Cada caixa contou com um índice de seleção e foi considerada uma variável dependente na análise estatística, posteriormente permitindo-se a discussão dos quatro índices de seleção em conjunto.

### ***2.8. Incidência de Rumenites e Abscessos Hepáticos***

Para avaliação da incidência de rumenites, ao final de cada período de adaptação (6, 9 e 14 dias), um animal por baía foi abatido, e tiveram seus rumens lavados e então analisados. Da mesma forma, os 90 animais restantes, ao final do estudo, também 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 et al. (1975), com base numa escala de 0 (sem lesões) a 10 (lesões ulcerativas por todo o rúmen). A classificação das papilas ruminais foi feita duas pessoas treinadas para este fim, sendo o escore final a média dos escores dos dois avaliadores.

Com relação aos abscessos hepáticos, nos dois estudos estes foram classificados de acordo com a incidência e severidade dos mesmos. Essa classificação teve como base o trabalho de Brink et al. (1990), e é categorizada como segue: (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 a superfície do fígado. A classificação dos abscessos foi feita por duas pessoas treinadas para este fim. O escore final foi a média dos escores dos dois avaliadores.

### **2.9. Incidência de Lesões e avaliação histológica do Ceco dos Animais**

Para avaliação da incidência de lesões no ceco, todos os animais do estudo, logo após o abate, tiveram seus cecos lavados e então analisados. O epitélio cecal foi classificado conforme a incidência de lesões (inflamações) e outras anormalidades no mesmo. Como não há estudos relacionados a avaliar o grau de lesão (inflamação) do ceco de bovinos, neste estudo foi proposto uma metodologia para avaliar o grau de lesão do ceco dos animais ao fim do período de confinamento. A metodologia aplicada foi semelhante a metodologia descrita por Bigham et al. (1975), com base numa escala de 0 (sem lesões) a 10 (lesões ulcerativas por todo o rúmen), também foram avaliados os escores de lesão no ceco numa escala de 0 (sem lesões) a 10 (lesões ulcerativas por todo o ceco).

Da mesma forma, um fragmento de 3 cm<sup>2</sup> do ceco foi coletado, lavado em solução fisiológica, fixado em formol 10% por um período de 24 horas e posteriormente armazenados em álcool 70%.

As amostras foram então diafanizadas em xilol e incluídas em Paraplast plus®. Serão preparadas lâminas cortes de cinco micrômetros de espessura, e posteriormente coradas com Hematoxilina e Eosina (HE). Após o procedimento de coloração, com auxílio de um microscópio óptico acoplado a um sistema analisador de imagens da Leica (Image-Pro Plus versão 1.0.0.1) pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Unesp, campus de Dracena, foram realizadas medidas de profundidade das criptas e quantidade de células secretoras de muco.

### **2.10. Morfologia e Histologia do Epitélio Ruminal**

Após todos os abates, 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 cm<sup>2</sup> foi coletado da região do saco cranial do rúmen. Essas amostras foram imediatamente colocadas em frascos contendo solução de tampão fosfato (PBS = 0,79g de NaCl; 0,223g de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; 0,0524 g de NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>;

H<sub>2</sub>O qsp 100mL) a 0,1 M e pH 7,4. As amostras foram mantidas por um dia refrigeradas para a realização das mensurações morfológicas macroscópicas da parede ruminal.

As variáveis morfológicas macroscópicas avaliadas foram as seguintes: número médio de papilas por cm<sup>2</sup> de parede (**NMP**), área média das papilas (**AMP**), área total de superfície absorptiva por cm<sup>2</sup> de parede (**ASA**), e participação das papilas ruminais na área total de superfície absorptiva (**PSA**). O NMP em todo fragmento foi mensurado por quatro avaliadores e o dado final foi o valor médio das quatro contagens. A AMP foi mensurada por meio de imagens digitalizadas das papilas com auxílio do programa de análise de imagens UTHSCSA Image Tool (RESENDE JÚNIOR et al., 2006). Em cada fragmento foi analisada a área média de doze papilas seccionadas aleatoriamente da base. O dado final para AMP foi a média das doze papilas. Assim sendo, a ASA foi calculada pela seguinte fórmula:  $1 + (NMP \cdot AMP) - (NMP \cdot 0,002)$ , em que o número 1 representa o fragmento de 1 cm<sup>2</sup> coletado, e o 0,002 é a área basal estimada de cada papila ruminal (DANIEL et al., 2006). A PSA foi calculada como segue:  $(NMP \cdot AMP / ASA) \cdot 100$ .

Para avaliação histológica das papilas, foram coletados fragmentos de parede no recesso do saco ventral do rúmen. Essas amostras foram fixadas por 24 horas em líquido de Bouin. Após o período de fixação as amostras foram mantidas em álcool a 70GL até o processamento histológico. As variáveis morfológicas avaliadas microscopicamente foram: análise morfométrica da altura e área das papilas ruminais, espessura da papila e da queratina, e determinação do índice mitótico das células da camada basal do epitélio do rúmen, realizando a contagem de todos os núcleos das células da camada basal do epitélio e todas as células com núcleo apresentando figuras mitóticas, sendo que o índice mitótico foi calculado dividindo-se o número de núcleos com figuras mitóticas pelo total de núcleos contados.

### **2.11. Digestibilidade do Amido no Trato Total**

Para contemplar a digestibilidade do amido ao fim do período de adaptação, foram realizadas coletas de amostras ração e fezes dois dias após o término da adaptação dos animais de acordo com a duração da adaptação de cada tratamento aplicado, em que: **VM6**: coletas nos dias 8, 9 e 10; **VM9**: coletas nos dias 11, 12 e 13 e **VM14**, **MON14** e **MONVM14**: coletas nos dias 16, 17, 18 do período experimental. O material foi coletado uma vez ao dia, no período da manhã (6h), onde aleatoriamente, um animal por baia foi escolhido para representar a baia durante todo o período de coleta. As amostras foram coletadas diretamente do chão, logo após os animais defecarem, armazenadas então em sacos

plásticos, transferidos para um isopor com gelo e em seguida foram congeladas a -20°C. O material que sofreu qualquer contaminação com o chão foi descartado e quando necessário, uma nova amostra foi coletada

Da mesma forma, para contemplar o período de terminação, seguindo os mesmos critérios do primeiro período de coletas, também foram coletadas amostras de ração e fezes de todas as baias do experimento, para avaliar a digestibilidade do amido de todos os tratamentos deste estudo neste período.

A determinação de amido da dieta e das fezes foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Perreira & Junior (1995) e Hendrix (1993). Já a determinação da proteína dietética e fecal foi realizada pelo método semi micro Kjeldahl, de acordo com a metodologia descrita por Silva, D. J (1981).

A digestibilidade do amido foi determinada via as análises químicas do amido e da determinação de nitrogênio das amostras de dieta e fezes dos animais. A metodologia utilizada para tal análise está embasada em Zinn et al. (2007) mediante a seguinte formula: (5)

$$\%DTA = 100\{1 - [(0,938 - 0,497 NF + 0,0853 NF^2) * \frac{AF}{AD}]\}$$

Em que: DTA: digestibilidade total do amido (% MS); AF: amido nas fezes (% MS); AD: concentração de amido na dieta (% MS); NF: nitrogênio nas fezes (% MS).

### 3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

O delineamento dos estudos 1 e 2 foram de blocos casualizados, em que os dados coletados foram analisados conforme o modelo:

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

$Y_{ijk}$  = observação relativa à k-ésima unidade experimental (baia) do i-ésimo tratamento (T) dentro do j-ésimo bloco (B);  $\mu$  = média geral;  $T_i$  = efeito do i-ésimo tratamento, sendo  $i = 1$ ) MON (27 mg/kg) com adaptação por 14 dias; 2) MON (27 mg/kg) + VM (25 mg/kg) com adaptação por 14 dias; 3) VM (25 mg/kg) com adaptação por 14 dias; 4) VM (25 mg/kg) com adaptação por 9 dias; e 5) VM (25 mg/kg) com adaptação por 6 dias;  $B_j$  = efeito do j-ésimo bloco;  $e_{ijk}$  = erro experimental associado a observação  $Y_{ijk}$  ( $0; \sigma^2_e$ ). Os dados foram

avaliados utilizando-se o PROC MIXED do SAS (2003) e utilizando a opção CONTRAST do programa foram testados os seguintes contrastes: 1) Efeito linear dos dias de adaptação (6, 9 e 14) utilizando VM; 2) Efeito quadrático dos dias de adaptação (6, 9 e 14) utilizando VM; 3) MON 14 vs. VM 14 e 4) MONVM 14 vs. VM1 4. Foram considerados significativos valores de  $P < 0,10$ .

Os parâmetros ruminais e de ceco, comportamento ingestivo e seletividade, foram coletadas medidas repetidas no tempo, as quais foram incluídas como efeito aleatório dos modelos acima.

#### 4. RESULTADOS

##### 4.1. Desempenho Produtivo e Características de Carcaça

Os resultados referentes ao desempenho produtivo dos animais estão apresentados na tabela 02 e 03.

Não foram encontradas diferenças entre nenhum dos tratamentos aplicados neste estudo ( $P > 0,10$ ) para as variáveis peso vivo final (**PVF**) e ganho de peso diário (**GPD**). Porém, o aumento na duração do período de adaptação quando somente VM foi fornecida como aditivo alimentar aumentou a ingestão de massa seca (**IMS**), tanto em quilos (efeito linear;  $P = 0,01$ ), quanto em % do peso vivo (**PV**) nos primeiros 28 dias de experimento. Comparado com o controle positivo (adaptação por 14 dias com monensina sódica), a adaptação de animais somente com VM por 14 dias aumentou a ingestão de massa seca em quilos (**IMSKG**) somente nos primeiros 28 dias de estudo ( $P = 0,03$ ). Da mesma forma, quando comparado a suplementação com a associação dos aditivos (monensina sódica e virginiamicina), a adaptação somente com VM aumentou a IMSKG somente nos primeiros 56 dias de alimentação ( $P < 0,05$ ).

Foi observado que a ingestão de massa seca em % do peso vivo (**IMSPV**) foi maior quando animais foram adaptados por 14 dias suplementados com VM ao longo de todo período experimental quando comparado aos animais sob o tratamento controle (2,11 vs 2,21%) e aos suplementados com a associação dos aditivos (2,12 vs 2,21%), ( $P < 0,04$ ).

Contudo, não foram observadas diferenças entre os dias de adaptação quando animais foram suplementados somente com VM para conversão alimentar (**CA**) e eficiência alimentar (**EA**) ao longo de todo o período experimental ( $P > 0,30$ ). Porém, ao comparar a CA e a EA dos animais suplementados com VM e adaptados por 14 dias com aqueles sob o tratamento controle e os suplementados com a associação dos aditivos, houve piora na CA e EA nos 111 dias de alimentação ( $P < 0,03$ ). A eficiência alimentar dos animais que

foram suplementados com MON ou MON+VM foram quase 10% melhor do que os suplementados com VM e adaptados por 14 dias.

A flutuação da ingestão de massa seca em % (**FLUT%**) aumentou (efeito linear;  $P = 0,02$ ) com a redução nos dias de adaptação (6, 9 e 14 dias) quando bovinos foram adaptados suplementados somente com VM. Houve efeito significativo para FLUT% e para flutuação da ingestão de massa seca em kg (**FLUTKG**) ao longo de todo o período experimental, na comparação dos contrastes VM14 vs MON14 e VM14 vs MONVM 14 ( $P < 0,01$ ). A adaptação de animais somente com MON diminuiu a FLUT% em 21% ( $P < 0,01$ ) durante os 111 dias de alimentação.

Além do desempenho, animais que foram suplementados com MON, tanto em combinação com VM ou sozinha na dieta apresentaram menor custo em reais para ganhar um quilo de peso vivo ( $P < 0,05$ ). Bovinos suplementados somente com MON tiveram custo do ganho de PV R\$0,81 mais baixo do que os que receberam VM e foram adaptados por 14 dias. Já a associação das moléculas proporcionou ganho de cada kg de PV R\$0,57 mais barato.

Com relação a energia líquida de manutenção e ganho (tabela 03), é possível observar que a suplementação com MON e MON+VM aumentou o requerimento energético de manutenção dos bovinos deste estudo, comparo aos suplementados com VM ( $P < 0,01$ ), o que não aconteceu com o requerimento energético para o GPD ( $P > 0,05$ ).

Com relação as características de carcaça deste estudo (tabela 4), é possível observar que não foram encontradas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para a maioria das variáveis que foram avaliadas neste experimento quando bovinos foram adaptados com diferentes durações e suplementados somente com VM. Contudo, observou-se que o aumento nos dias de adaptação quando somente VM foi fornecida na dieta dos animais aumentou a deposição de gordura na carcaça (efeito linear;  $P = 0,02$ ). O ganho diário de espessura de gordura subcutânea (**EGS**), ( $P = 0,02$ ), e o ganho diário de gordura final no *bíceps femoris* (**EGP8**), ( $P < 0,01$ ) foram maiores quando a adaptação foi feita por 14 dias.

Houve efeito significativo ( $P = 0,01$ ) para o rendimento de carcaça dos bovinos deste estudo quando animais foram suplementados com a associação dos aditivos durante todo o período de confinamento. Animais sob este tratamento apresentaram rendimento de carcaça 1,23 pontos percentuais menores que aqueles que foram adaptados por 14 dias consumindo somente VM, entretanto, ainda comparado a este grupo de animais, os que foram suplementados com a associação apresentaram maior grau de marmoreio final ( $P = 0,02$ ).

A adaptação utilizando somente VM por 14 dias também aumentou a deposição de EGP8 comparado ao grupo de bovinos que foram adaptados consumindo apenas MON. Animais consumindo apenas VM apresentaram 1,06 mm de EGP8 a maiores do que os que foram adaptados somente com MON na dieta ( $P = 0,03$ ).

**Tabela 2.** Desempenho produtivo de bovinos Nelore alimentados com dietas de alto concentrado que continham virginiamicina (VM), monensina (MON) ou ambos.

Variáveis	Tratamentos					EPM <sup>1</sup>	Valor de P			
	MON	MON+VM	VM		MON vs. VM14		MON+VM vs. VM14	Efeito VM		
	14	14	6	9				14	L	Q
PV <sup>2</sup> , kg										
Inicial	390,15	390,75	390,18	390,33	390,65	7,61	0,82	0,97	0,91	0,97
d <sup>3</sup> 1-28	425,28	420,69	417,76	419,36	420,9	8,53	0,38	0,97	0,52	0,99
d 1-56	466,83	457,81	458,67	462,51	455,52	9,12	0,11	0,74	0,65	0,37
d 1-84	509,49	506,67	502,51	508,00	503,63	9,49	0,34	0,62	0,86	0,36
Final	552,62	549,08	543,65	548,13	542,08	10,73	0,16	0,35	0,83	0,41
GPD <sup>4</sup> , kg										
d 1-28	1,21	1,03	0,95	1,00	1,04	0,10	0,27	0,94	0,53	0,97
d 1-56	1,35	1,18	1,21	1,27	1,14	0,07	0,05	0,70	0,53	0,28
d 1-84	1,40	1,37	1,33	1,39	1,33	0,05	0,27	0,59	0,91	0,30
d 1-111	1,45	1,42	1,37	1,41	1,35	0,05	0,12	0,31	0,76	0,36
IMS <sup>5</sup> , kg										
d 1-28	8,67	8,60	8,59	9,06	9,21	0,22	0,03	0,02	0,01	0,47
d 1-56	9,17	9,03	9,35	9,84	9,50	0,22	0,15	0,04	0,49	0,04
d 1-84	9,59	9,58	9,84	10,32	9,91	0,22	0,16	0,16	0,76	0,03
d 1-111	9,74	9,70	9,92	10,43	10,03	0,22	0,20	0,15	0,63	0,02
IMS, as % PV										
d 1-28	2,13	2,12	2,12	2,23	2,27	0,03	0,01	<0,01	<0,01	0,36
d 1-56	2,16	2,14	2,22	2,33	2,26	0,03	0,01	<0,01	0,33	<0,01
d 1-84	2,14	2,16	2,23	2,32	2,24	0,03	0,01	0,03	0,61	<0,01
d 1-111	2,11	2,12	2,18	2,28	2,21	0,03	0,01	0,03	0,47	<0,01

**NOTA:** <sup>1</sup>Erro Padrão Médio, <sup>2</sup>Peso vivo; <sup>3</sup>Dias; <sup>4</sup>Ganho de peso diário; <sup>5</sup>Ingestão de matéria seca; <sup>6</sup>Conversão alimentar; <sup>7</sup>Eficiência alimentar; L: efeito linear do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina, Q: efeito quadrático do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina.

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 3.** Desempenho produtivo de bovinos Nelore alimentados com dietas de alto concentrado que continham virginiamicina (VM), monensina (MON) ou ambos.

Variáveis	Tratamentos					EPM <sup>1</sup>	Valor de P			
	MON	MON+VM	VM				MON vs. VM14	MON+VM vs. VM14	Efeito VM	
	14	14	6	9	14				L	Q
<b>CA</b>										
d 1-28	7,47	8,66	9,76	9,64	9,86	1,03	0,05	0,38	0,95	0,91
d 1-56	6,89	7,71	7,88	7,76	8,94	0,43	0,05	0,30	0,39	0,31
d 1-84	6,85	7,02	7,5	7,44	7,51	0,22	0,02	0,05	0,96	0,79
d 1-111	6,73	6,86	7,28	7,4	7,45	0,18	<0,01	0,02	0,46	0,88
<b>EA</b>										
d 1-28	0,14	0,12	0,11	0,11	0,112	0,01	0,05	0,61	0,89	0,94
d 1-56	0,147	0,130	0,129	0,129	0,12	0,006	<0,01	0,27	0,35	0,54
d 1-84	0,147	0,143	0,135	0,135	0,134	0,004	0,02	0,10	0,94	0,99
d 1-111	0,149	0,146	0,138	0,135	0,135	0,003	<0,01	0,02	0,46	0,73
<b>Flutuação IMS<sup>2</sup>, %</b>										
d <sup>3</sup> 1-28	8,04	8,85	10,87	9,66	8,31	0,76	0,79	0,59	0,02	0,93
d 1-56	6,23	7,44	8,74	7,56	7,99	0,42	0,01	0,36	0,21	0,13
d 1-84	5,56	6,35	7,12	6,49	7,10	0,35	<0,01	0,14	0,97	0,16
d 1-111	5,35	6,16	6,95	6,21	6,78	0,35	<0,01	0,22	0,73	0,13
<b>Flutuação da IMS, kg</b>										
d 1-28	0,67	0,68	0,84	0,82	0,71	0,06	0,63	0,72	0,05	0,41
d 1-56	0,55	0,63	0,75	0,71	0,74	0,03	<0,01	0,02	0,69	0,32
d 1-84	0,52	0,58	0,66	0,65	0,69	0,03	<0,01	0,03	0,49	0,53
d 1-111	0,74	0,81	0,88	0,88	0,90	0,04	<0,01	0,11	0,76	0,79
Custo do Ganho	6,89	7,13	7,50	7,63	7,70	0,19	<0,01	0,02	0,41	0,88
EL <sup>4</sup> manutenção	2,08	2,06	1,97	1,93	1,94	0,03	<0,01	<0,01	0,40	0,42
EL ganho	1,34	1,38	1,38	1,40	1,32	0,31	0,62	0,23	0,18	0,28
ELm obs/ ELm esp <sup>5</sup>	0,99	0,98	0,92	0,91	0,92	0,16	<0,01	<0,01	0,78	0,67
ELg obs/ ELg esp <sup>6</sup>	1,14	1,12	1,06	1,03	1,04	0,02	<0,01	<0,01	0,58	0,36

<sup>1</sup>Erro Padrão Médio, <sup>2</sup>Ingestão de matéria seca; <sup>3</sup>Dias; L: efeito linear do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina, Q: efeito quadrático do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina.

**Tabela 4.** Características de carcaça de bovinos Nelore alimentados com dietas de alto concentrado que continham virginiamicina (VM), monensina (MON) ou ambos.

Variáveis	Tratamentos					EPM <sup>1</sup>	MON14 vs. VM14	MON+VM14 vs. VM14	Efeito VM	
	MON	MON+VM		VM					L	Q
	14	14	6	9	14					
Peso de carcaça quente, kg	303,06	295,28	298,33	300,28	296,61	6,43	0,21	0,79	0,74	0,53
Rendimento de carcaça, %	54,86	53,74	54,89	54,80	54,97	0,29	0,80	0,01	0,86	0,71
AOL <sup>2</sup> inicial, cm <sup>2</sup>	65,09	64,63	66,73	67,61	68,02	1,27	0,21	0,18	0,44	0,87
AOL final, cm <sup>2</sup>	79,45	78,51	80,77	78,41	80,64	1,92	0,65	0,43	0,96	0,32
Ganho diário de AOL, cm <sup>2</sup>	0,128	0,124	0,125	0,096	0,113	0,013	0,32	0,47	0,41	0,05
EGS <sup>3</sup> inicial, mm	2,37	2,60	2,39	2,43	2,58	0,10	0,14	0,88	0,19	0,63
EGS final, mm	5,61	6,26	4,87	5,60	5,99	0,25	0,51	0,70	0,08	0,56
Ganho diário de EGS, mm	0,029	0,033	0,022	0,028	0,030	0,002	0,66	0,51	0,02	0,48
P8 <sup>4</sup> inicial, mm	3,39	3,84	3,46	3,52	3,84	0,12	0,01	0,98	0,03	0,35
P8 final, mm	7,42	8,58	7,07	8,16	8,48	0,33	0,03	0,82	<0,01	0,34
Ganho diário P8, mm	0,036	0,042	0,032	0,041	0,041	0,003	0,16	0,80	0,02	0,17
Marmoreio inicial	1,94	2,16	2,12	1,97	2,02	0,12	0,66	0,40	0,54	0,49
Marmoreio final	2,81	3,06	2,84	2,63	2,63	0,11	0,29	0,02	0,21	0,45

<sup>1</sup>Erro padrão médio; <sup>2</sup>Área de olho de lombo; <sup>3</sup>Espessura de gordura subcutânea; <sup>4</sup>Espessura de gordura do bíceps femoris (picanha); L: efeito linear do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina, Q: efeito quadrático do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina.

#### **4.2. Características morfométricas do epitélio ruminal e cecal e abscessos hepáticos**

Os dados das variáveis de morfologia e histologia ruminal, incidência de lesões e avaliação histológica cecal estão apresentados na Tabela 5.

No que diz respeito as fases de adaptação e terminação deste estudo, é possível observar que houve diferença no índice de rumenites ( $P < 0,01$ ), altura das papilas ( $P < 0,01$ ), área de superfície de papila ( $P < 0,01$ ) e escore de inflamação do ceco ( $< 0,01$ ). Todas estas variáveis mencionadas anteriormente foram menores durante o período de adaptação, comparado ao de terminação.

Foram encontrados efeitos significativos para os dias de adaptação quando a VM foi utilizada como único aditivo alimentar para a maioria das variáveis macroscópicas estudadas ( $P > 0,05$ ). A adaptação por 9 dias proporcionou aos animais epitélio ruminal menos desenvolvidos, pois diminuiu a área média de papila (AMP), a área de superfície absorptiva (ASA), o número médio de papila (NMP) e a representatividade da papila na superfície absorptiva (RPSA).

Por outro lado, a suplementação somente MON ( $P > 0,01$ ) e a combinação de MON+VM ( $P = 0,01$ ) aumentou somente a AMP do epitélio ruminal, comparado a adaptação somente com VM. Porém a associação das moléculas diminuiu ( $P < 0,01$ ) a inflamação do epitélio ruminal, comparado ao uso de VM como único aditivo alimentar.

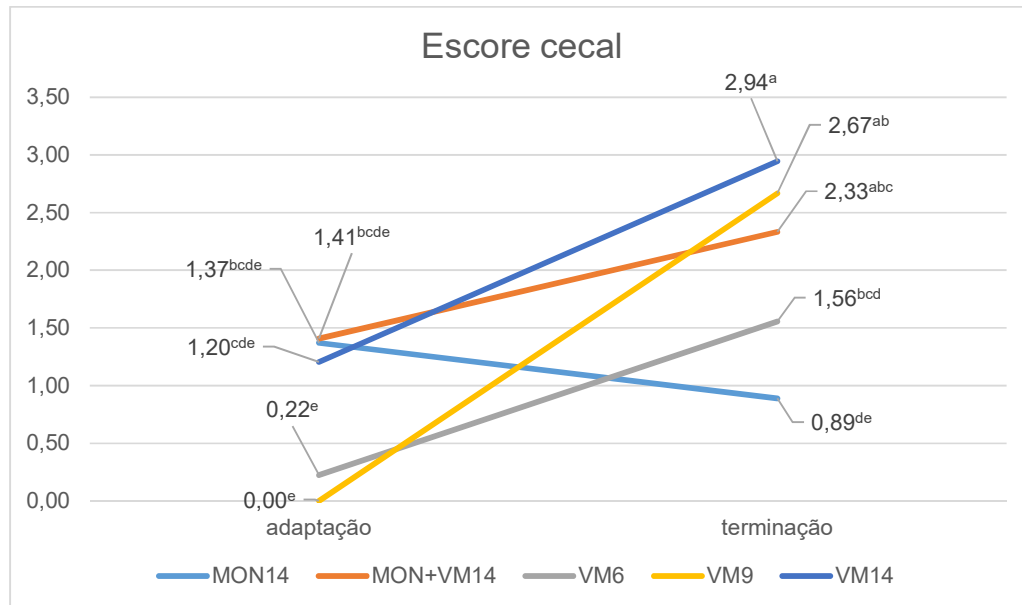
Animais adaptados por 9 dias também apresentaram menor área de superfície absorptiva do epitélio ruminal ao fim do período de adaptação, comparado ao grupo de animais adaptados por seis dias e àqueles adaptados por 14 dias suplementados com MON. Da mesma forma, animais adaptados por 14 dias suplementados com MON continuaram a apresentar maior área de superfície absorptiva que os que foram adaptados por nove dias ao fim do período experimental.

Já com relação a morfometria do epitélio cecal, observa-se que a adaptação por 9 dias aumentou o número de células caliciformes ( $P < 0,01$ ) e diminuiu a relação profundidade de cripta:células caliciformes ( $P = 0,01$ ). Por outro lado, a suplementação com MON proporcionou criptas menos profundas com maior número de células caliciforme ( $P < 0,05$ ), comparado aos que foram adaptados por 14 dias consumindo somente VM.

**Tabela 5.** Variáveis de morfologia e histologia ruminal, incidência de lesões e avaliação histológica cecal de bovinos Nelore alimentados com dietas de alto concentrado que continham virginiamicina (VM), monensina (MON) ou ambos.

Variáveis	Tratamentos									Valor de P					
	MON			MON+VM			VM			FASE			Efeito VM		FASE
	14	14	6	9	14	ADAP	TERM	EPM <sup>8</sup>	MON1 4 vs. VM14	MON+ VM 14 vs. VM14	L	Q			
<b><i>Variáveis ruminais</i></b>															
<b><i>macroscópicas</i></b>															
IR <sup>1</sup>	0,86	0,38	0,96	1,09	0,85	0,59	1,06	0,83	0,97	<0,01	0,50	0,19	<0,01		
AMP <sup>2</sup> , cm <sup>2</sup>	0,42	0,40	0,36	0,32	0,34	0,36	0,38	0,37	<0,01	0,01	0,37	0,05	0,59		
ASA <sup>3</sup> , cm <sup>2</sup>	33,78	29,47	35,92	25,61	28,89	30,74	30,72	1,90	0,07	0,82	0,01	<0,01	0,99		
NMP <sup>4</sup> , n	80,34	74,57	99,42	78,66	88,23	84,75	83,73	5,66	0,26	0,08	0,33	0,04	0,85		
RPSA <sup>5</sup> , %	97,31	96,89	97,47	96,51	96,98	97,05	97,02	0,18	0,20	0,72	0,07	<0,01	0,86		
<b><i>Morfometria ruminal</i></b>															
Altura de papilas, cm	3,13	3,00	3,04	3,00	3,41	2,62	3,60	0,28	0,48	0,28	0,36	0,48	<0,01		
Largura de papilas, mm	0,28	0,35	0,37	0,35	0,38	0,30	0,37	0,02	<0,01	0,20	0,71	0,18	0,08		
ASP <sup>6</sup> , cm <sup>2</sup>	1,19	1,07	1,24	1,03	1,27	0,95	1,37	0,18	0,80	0,42	0,94	0,33	<0,01		
EEQ <sup>7</sup> , µm	9,60	10,90	11,03	10,91	11,64	10,25	11,38	0,53	0,01	0,34	0,43	0,52	0,14		
Índice mitótico, %	3,2	2,9	3,3	3,1	3,1	3,1	3,1	0,11	0,92	0,14	0,50	0,65	0,93		
Índice mitótico, n°	63,2	58,2	65,1	62,8	62,9	62,4	62,5	2,18	0,93	0,14	0,50	0,65	0,93		
<b><i>Morfometria cecal</i></b>															
Escore de ceco	1,1	1,9	0,9	1,3	2,1	0,8	2,1	0,40	0,11	0,72	0,8,0 5	0,73	<0,01		
Profund, de cripta, µm	121,9	154,0	161,2	145,4	158,9	148,7	147,8	11,7	0,01	0,73	0,87	0,23	0,93		
Células caliciformes, n	40,7	38,1	33,5	39,1	35,0	38,8	35,7	1,35	<0,01	0,31	0,34	0,01	0,08		
Profundidade de cripta: Células caliciformes	3,2	4,5	5,0	3,8	4,8	4,2	4,3	0,46	0,01	0,55	0,80	0,05	0,80		

<sup>1</sup>Índice de Rumenite, <sup>2</sup>Área média de papila, <sup>3</sup>Área de superfície absorviva, <sup>4</sup>Número médio de papila, <sup>5</sup>Área total de superfície absorviva, <sup>6</sup>Área de superfície de papila, <sup>7</sup>Espessura do epitélio de queratina, <sup>8</sup>Erro padrão médio;; L: efeito linear do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina, Q: efeito quadrático do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina,



**Figura 11:** Bovinos Nelore alimentados com dietas de alto concentrado que continham virginiamicina (VM) ou monensina (MON ou ambos em fase de terminação. (EPM= 52.83). <sup>a,b,c,d,e</sup>Médias com letras diferentes, diferem entre si (P= 0.02).

#### 4.3. Comportamento Ingestivo e Seletividade das Partículas

As variáveis relacionadas ao comportamento ingestivo e seletividade das partículas da dieta pelos animais ao final do período de adaptação estão apresentados na Tabela 6.

A adaptação de bovinos por 9 dias somente com VM na dieta aumentou o tempo em alimentação por refeição (P=0,05, efeito quadrático), onde este grupo gastou quase 10 minutos a mais em alimentação por refeição, comparado aos adaptados por 6 e 14 dias. Por outro lado, o aumento de 6 para 14 dias no período de adaptação aumentou (P<0,01; efeito linear) o consumo de matéria seca por refeição dos bovinos deste estudo. Adaptar bovinos Nelore por 9 dias tendo somente VM como aditivo na dieta também aumentou o consumo de FDN e peFDN, diminuiu o tempo em alimentação e o tempo em ruminação do FDN e o tempo em alimentação do peFDN. Da mesma forma, o mesmo grupo de animais selecionou partículas médias e finas que aqueles que foram adaptados por 6 e 14 dias tendo como aditivo na dieta a virginiamicina.

Entretanto, ao final do período de terminação (tabela 7), não houveram diferenças significativas para a maioria das variáveis relacionadas ao comportamento ingestivo dos grupos em estudo. A suplementação com VM cuja adaptação foi feita por 9 dias proporcionou maior número de refeições (P=0,05), mas não alterou o tempo em alimentação por refeição (P=0,14) e o CMS por dia (P=0,87). Entretanto, houve aumento

no CMS por refeição a medida em que se aumentou os dias de adaptação quando somente VM foi fornecida aos animais ( $P=0,05$ ). Esta variável também foi menor ( $P=0,05$ ) para os animais que consumiram MON e MON+VM comparado aos que foram adaptados somente com VM na dieta.

Ao final do período de terminação, bovinos adaptados por 9 dias continuaram selecionando partículas médias ( $P=0,05$ ; efeito quadrático), comparado aos que foram adaptados por 6 e 9 dias.

**Tabela 6.** Comportamento ingestivo e seletividade da ração de bovinos Nelore alimentados com dietas de alto concentrado que continham virginiamicina (VM), monensina (MON) ou ambos na fase de adaptação.

Variáveis	Tratamentos					EPM <sup>7</sup>	Valor de P			
	MON	MON+VM		VM			MON14 vs. VM14	MON+VM14 vs. VM14	Efeito VM	
	14	14	6	9	14				L	Q
<b><u>Comportamento ingestivo</u></b>										
Tempo em ócio, min	926,4	910,0	925,6	932,2	921,7	21,8	0,88	0,71	0,90	0,75
Tempo em ruminação, min	303,9	318,3	331,7	318,3	324,4	18,0	0,42	0,81	0,78	0,66
Tempo em alimentação, min	209,7	211,7	182,8	189,4	193,9	12,0	0,36	0,38	0,58	0,95
TALREF <sup>1</sup> , min	15,9	16,8	24,0	30,4	19,5	3,90	0,50	0,62	0,40	0,05
Número de refeições, n	5,4	4,6	3,06	2,7	3,8	0,70	0,13	0,47	0,44	0,37
CMS <sup>2</sup> , kg	8,8	9,3	7,1	7,4	9,5	0,62	0,47	0,78	0,01	0,23
CMS por refeição, kg	0,67	0,75	0,56	0,66	0,98	0,08	0,10	0,05	<0,01	0,29
TA <sup>3</sup> da MS, min/kg da MS	23,8	23,1	25,9	31,0	20,9	3,73	0,58	0,68	0,34	0,11
TR <sup>4</sup> da MS, min/kg da MS	34,4	34,5	47,8	48,5	34,9	4,13	0,93	0,94	0,02	0,12
Consumo de FDN <sup>5</sup> , kg	7,05	7,4	6,2	9,5	6,9	0,71	0,86	0,57	0,47	<0,01
TA do FDN, min/kg da MS	30,5	29,2	32,5	20,6	39,2	2,55	0,70	0,99	0,34	<0,01
TR do FDN, min/kg da MS	44,5	43,9	63,2	35,8	48,1	5,32	0,42	0,16	0,30	0,03
Consumo de peFDN <sup>6</sup> , kg	4,1	4,5	3,6	4,7	4,2	0,38	0,99	0,59	0,35	0,05
TA do peFDN, min/kg da MS	52,4	48,8	54,9	41,3	47,6	4,58	0,46	0,85	0,26	0,05
TR do peFDN, min/kg da MS	76,6	73,4	107,5	70,9	79,2	9,88	0,79	0,41	0,29	0,15
<b><u>Seletividade das partículas</u></b>										
Longas	0,89	0,69	1,11	1,19	0,99	0,10	0,41	0,04	0,41	0,28
Médias	1,00	0,92	1,14	1,19	1,03	0,04	0,34	0,05	0,05	0,05
Curtas	1,00	1,02	1,01	1,02	1,02	0,01	0,38	0,85	0,65	0,93
Finas	0,99	1,00	0,96	0,81	0,95	0,05	0,52	0,49	0,86	0,02

<sup>1</sup>Tempo em alimentação por refeição, <sup>2</sup>Consumo de Matéria Seca, <sup>3</sup>Tempo em alimentação, <sup>4</sup>Tempo em ruminação, <sup>5</sup>Fibra em Detergente Neutro, <sup>6</sup>FDN fisicamente efetivo, <sup>7</sup>Erro padrão médio;; L: efeito linear do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina, Q: efeito quadrático do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina.

**Tabela 7.** Comportamento ingestivo e seletividade da ração de bovinos Nelore alimentados com dietas de alto concentrado que continham

Variáveis	Tratamentos					EPM <sup>7</sup>	Valor de P			
	MON	MON+	VM				MON14 vs. VM14	MON+ VM14 vs. VM14	Efeito VM	
	14	14	6	9	14				L	Q
<b><u>Comportamento ingestivo</u></b>										
Tempo em ócio, min	970,8	935,6	966,7	945,6	939,2	16,9	0,18	0,87	0,24	0,71
Tempo em ruminação, min	293,1	313,9	306,9	238,3	333,3	14,4	0,03	0,28	0,15	0,60
Tempo em alimentação, min	176,1	190,6	166,4	66,1	167,5	10,3	0,56	0,12	0,93	0,95
TALREF <sup>1</sup> , min	16,4	17,4	15,2	14,5	17,5	1,0	0,46	0,95	0,11	0,14
Número de refeições, n	10,8	11,0	10,9	11,8	9,7	0,6	0,20	0,15	0,17	0,05
CMS <sup>2</sup> , kg	10,0	10,3	10,1	10,4	10,4	0,4	0,45	0,78	0,62	0,87
CMS por refeição, kg	0,94	0,93	0,94	0,91	1,10	0,1	0,05	0,05	0,05	0,17
TA <sup>3</sup> da MS, min/kg da MS	17,8	18,7	16,3	16,1	16,3	1,1	0,31	0,10	0,97	0,84
TR <sup>4</sup> da MS, min/kg da MS	29,5	30,8	30,5	32,1	32,6	2,0	0,26	0,51	0,44	0,80
Consumo de FDN <sup>5</sup> , kg	8,2	8,7	7,6	7,6	9,5	0,9	0,33	0,55	0,14	0,38
TA do FDN, min/kg da MS	23,0	23,1	22,1	24,3	19,1	2,6	0,30	0,30	0,43	0,26
TR do FDN, min/kg da MS	39,8	38,1	41,5	47,1	37,8	5,2	0,79	0,97	0,62	0,25
Consumo de peFDN <sup>6</sup> , kg	5,5	5,8	8,2	5,1	6,0	0,6	0,58	0,86	0,38	0,53
TA do peFDN, min/kg da MS	35,9	35,1	32,8	36,2	30,2	4,5	0,38	0,45	0,69	0,40
TR do peFDN, min/kg da MS	63,4	57,7	61,1	70,1	60,0	9,4	0,80	0,87	0,94	0,39
<b><u>Seletividade das partículas</u></b>										
Longas	1,0	0,96	1,0	1,0	1,02	0,04	0,74	0,27	0,72	0,53
Médias	0,96	0,99	1,03	1,10	1,02	0,04	0,31	0,67	0,72	0,05
Curtas	1,01	1,00	1,00	1,01	1,01	0,004	0,76	0,98	0,63	0,89
Finas	0,98	0,99	0,96	0,89	0,98	0,04	0,97	0,91	0,70	0,05

virginiamicina (VM), monensina (MON) ou ambos na fase de terminação.

<sup>1</sup>Tempo em alimentação por refeição, <sup>2</sup>Consumo de Matéria Seca, <sup>3</sup>Tempo em alimentação, <sup>4</sup>Tempo em ruminação, <sup>5</sup>Fibra em Detergente Neutro, <sup>6</sup>FDN fisicamente efetivo, <sup>7</sup>Erro padrão médio; L: efeito linear do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina, Q: efeito quadrático do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina.

#### **4.4. Digestibilidade do amido**

Na tabela 8 estão apresentados os dados relacionados aos teores de amido e proteína fecais e a estimativa de digestibilidade no trato total.

Não houve diferença estatística entre as variáveis relacionadas a digestibilidade aparente do trato gastrointestinal tanto na fase de adaptação, quanto na fase de terminação ( $P > 0,05$ ).

Tabela 8. Amido fecal e digestibilidade total do amido no trato total de bovinos Nelore alimentados com dietas de alto concentrado que continham virginiamicina (VM), monensina (MON) ou ambos.

Variáveis	Tratamentos					EPM <sup>1</sup>	Valor de P			
	MON	MON+VM	VM		MON14 vs. VM14		MON+VM14 vs. VM14	Efeito VM		
	14	14	6	9				14	L	Q
<i>Adaptação</i>										
Amido das fezes, %	7,43	8,75	9,80	10,17	10,58	1,93	0,26	0,51	0,78	0,99
N das fezes <sup>2</sup> , %	1,97	2,02	1,97	1,91	1,89	0,08	0,50	0,27	0,47	0,83
Digestibilidade, %	94,34	93,08	92,32	90,83	92,63	1,87	0,52	0,87	0,91	0,48
<i>Terminação</i>										
Amido das fezes, %	13,93	13,05	12,17	11,22	10,86	1,68	0,31	0,21	0,41	0,91
N das fezes <sup>3</sup> , %	2,02	2,08	2,16	2,09	2,04	0,05	0,72	0,60	0,12	0,81
Digestibilidade, %	90,57	91,81	92,59	92,81	93,18	1,32	0,17	0,47	0,75	0,96

<sup>1</sup>Erro médio padrão; L: efeito linear do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina, Q: efeito quadrático do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina; <sup>2</sup>Valores calculados a partir da equação proposta por Zinn et al 2007.

## 5. DISCUSSÃO

A maior IMS dos animais adaptados por 14 dias nos primeiros 28 dias de experimento é atribuída a maior quantidade de dias em que os mesmos receberam as dietas de adaptação (com maior teor de FDN) comparado aos animais que foram adaptados com seis e nove dias de duração. Em dietas cujo teor de energia é elevado, o aumento do FDN aumenta a IMS de animais ruminantes (PEREIRA, 2005). Entretanto, ao longo dos 111 dias do período experimental, animais que foram adaptados por nove dias tendo como aditivo alimentar somente a VM apresentaram maior IMSKG e IMSPV. Estes achados não condizem com os relatos reportados na literatura com relação a diminuição dos dias de adaptação de bovinos Nelore em confinamentos. Alguns autores tentaram diminuir o número de dias de adaptação de bovinos Nelore no confinamento e nenhum relato no aumento na IMS foi reportado quando o período de adaptação passou de 14 para nove dias (BARDUCCI et al. 2012; ESTEVAM et al. 2016). Contudo, é importante destacar que os estudos mencionados anteriormente utilizaram como aditivo alimentar a monensina sódica, que tem como característica marcante a redução no CMS.

Apesar da ausência de efeito em características de importância produtiva, como peso de carcaça de quente, GPD e EA; a redução do tempo de adaptação de 14 para nove ou seis dias em animais que consumiram somente VM durante o estudo diminuiu de forma linear a taxa de deposição diária de gordura, tanto no contrafilé quanto na picanha, o que levou a menor EGS final e P8 final ao final do estudo (Tabela 4). Apesar do aumento da IMS dos animais que foram adaptados por nove dias (Tabela 2), a magnitude do aumento desta variável não foi suficiente para que os animais apresentassem maior PVF e GPD. É possível observar que nos dias das avaliações de comportamento ingestivo, este grupo de animais selecionaram a dieta fornecida em favor de partículas médias e contra partículas finas, tanto no início quanto no meio do período de terminação, o que levou tanto ao maior consumo de FDN por esses animais, assim como a maiores taxas de alimentação e ruminação do FDN (Tabelas 6 e 7). Este fato pode explicar a maior IMS, ao final do estudo, apresentada por bovinos Nelore que foram adaptados por nove dias e que consumiram VM, pois a taxa de passagem pode ter sido acelerada devido ao maior consumo de FDN e com isso o tempo de retenção ruminal dos nutrientes com potencial fermentativo diminuiu. Valores mais elevados de IMS em operações de confinamento aumentam o volume ruminal, que por sua vez, aumenta o estímulo a ruminação, que aumenta a taxa de passagem de líquidos através do orifício retículo omasal (CRUZ et al. 2016) e pode diminuir a taxa de fermentação dos nutrientes dentro do rúmen, diminuindo então a produção total de AGCC, diminuindo o

GPD e por sua vez o PVF. Como não houve diferença significativa para o % de amido nas fezes e a digestibilidade deste nutriente no trato total, não é possível atribuir a maior IMS dos animais sem efeito no GPD e PCQ, a piora na digestibilidade deste nutriente. Porém, o milho utilizado neste estudo foi finamente moído, cujo o escape para o intestino é relativamente alto (principalmente quando a IMS é alta), portanto, é possível que parte do amido tenha sido fermentado em outras partes do trato total.

Da mesma forma, a menor quantidade de ácidos graxos de cadeia curta que pode ter sido formada no rúmen destes animais, pode ter impactado de forma negativa a deposição de gordura na carcaça. Além disso, devido a menor presença de substratos potencialmente fermentáveis no rúmen, bovinos Nelore adaptados por nove dias, e que consumiram apenas VM, apresentaram rumens com menor área de superfície absorptiva (Tabela 7). Portanto, a redução da produção de ácidos graxos de cadeia curta pode ter afetado não apenas a produção de acetato, por causa da diminuição da deposição de gordura na carcaça, mas também a produção de propionato e butirato, os quais são responsáveis pelo desenvolvimento das papilas ruminais. A fermentação dos nutrientes dentro do rúmen é fundamental para aumentar a produção de AGCC, principalmente o do propionato, que é o principal AGCC responsável por promover o crescimento de papilas ruminais metabolicamente ativas (COSTA et al. 2008). De acordo com Melo et al. (2013), a ASA é a variável ruminal mais correlacionada com a velocidade de absorção dos AGCC, que por sua vez são responsáveis por melhorar a performance dos animais, o que não aconteceu neste estudo.

Como consequência, os nutrientes que não fermentaram no rúmen por passarem mais rapidamente por este órgão, podem ter sido fermentados parcialmente no ceco, pois animais adaptados por nove dias apresentaram maior número de células caliciformes, as quais envolvem tanto os colonócitos como as células produtoras de muco (Goblet), que são estimuladas pela maior presença de substratos fermentáveis. Essa maior presença de células caliciformes contribuiu para que bovinos Nelore adaptados por nove dias, e que consumiram apenas VM, apresentassem menor índice lesões no ceco ao final da adaptação, quando comparados àqueles adaptados por seis, nove ou 14 dias, e que consumiram apenas VM, ao final da terminação (Figura 1).

Com relação as comparações realizadas entre os animais adaptados apenas por 14 dias, aqueles que consumiram apenas MON tiveram menor IMS, o que acarretou em melhor eficiência alimentar ao final do estudo quando comparado àqueles alimentados apenas com VM (Tabela 2). Já era esperado que animais que foram adaptados por 14 dias suplementados com MON ou a combinação de MON+VM apresentassem menores IMSPV, pois tanto a MON quanto a associação das moléculas em dietas de bovinos de

corte confinados diminuem a IMSKG e IMSPV (GOODRICH et al. 1984; TEDESCHI et al. 2003; DUFFIELD et al. 2012; SITTA, 2011), o que não é um efeito característico do uso de VM como único aditivo alimentar (ROGERS et al. 1995).

O aumento da IMSPV de animais adaptados por 14 dias com VM não melhorou o GPD, CA e EA comparado aos grupos que foram adaptados com MON e MON+VM. A suplementação com MON e MON+VM diminuiu a IMSPV, porém os animais mantiveram os mesmos níveis de GPD, o que proporcionou melhor CA e EA, corroborando com trabalhos realizados anteriormente com a suplementação de MON ou MON+VM (SITTA, 2011; BENATTI et al., 2017).

É pouco provável que a menor FLUTKG e FLUT% dos animais que foram adaptados recebendo MON na dieta seja responsável pela melhora na EA e CA. Todos os tratamentos estudados apresentaram variações na flutuação do consumo menores a 10%. Schwartzkopf-Genswein *et al.* (2004) inferiram que flutuações no CMS iguais ou menores do que 10% provavelmente não acarretariam em nenhuma consequência negativa para o desempenho de bovinos confinados. Da mesma forma que Galyean *et al.* (1992) observaram que flutuações de 10% na dieta oferecida aos animais reduziram em 6% o GPD e em 7% a EA.

A menor IMS apresentada por bovinos Nelore que consumiram apenas MON se deu pelo menor consumo de matéria seca por refeição e não pela diminuição do número de refeições (Tabela 6 e 7). No entanto, essa IMS pode ter diminuído o aporte de substratos fermentáveis no rúmen desses animais, o que levou a menor deposição de gordura na picanha (Tabela 4). Animais que consumiram tanto MON quanto VM também apresentaram menor IMS e melhor eficiência alimentar que àqueles que consumiram apenas VM, no entanto, essa menor IMS, pode ter contribuído para a redução do rendimento de carcaça em bovinos Nelore que receberam ambos os aditivos por todo o estudo. As razões pelas quais a associação de MON e VM levou a redução do rendimento de carcaça ainda não estão claras e necessitam mais investigações para maiores esclarecimentos.

Enfim, vale a pena ressaltar que não foram encontrados efeitos positivos ao final do estudo quando se reduziu o tempo de adaptação de 14 para nove ou seis dias para bovinos Nelore que consumiram apenas VM. Logo, não é possível reduzir o tempo de adaptação quando se utiliza apenas VM como aditivo alimentar na dieta de bovinos Nelore em confinamento. Da mesma forma, parece que bovinos Nelore adaptados por nove dias foram mais sensíveis a redução do período de adaptação do que aqueles adaptados por apenas seis dias.

O uso de MON como único aditivo alimentar na dieta levou a peso de carcaça quente e GPD similares aos apresentados por bovinos Nelore que consumiram apenas VM e que foram adaptados por 14 dias, no entanto com redução da deposição de gordura da carcaça com melhora da eficiência alimentar. Logo, se o sistema de produção de bovinos Nelore confinados tiver como objetivo apenas a produção de carcaça em quantidade, o uso apenas de MON, e adaptação de 14 dias, seria o mais adequado, já que os animais consumirão menos matéria seca para produção de carcaças com pesos semelhantes às aquelas produzidas por animais suplementados com VM e adaptados por 14 dias. Por outro lado, quando o confinador é remunerado não apenas pelo peso de carcaça quente, mas também pela quantidade de gordura na carcaça, o uso de VM como único aditivo alimentar na dieta passa a ser a opção mais viável, desde que a adaptação à dieta de alto concentrado seja feita em 14 dias.

## 6. CONCLUSÕES

Desta forma, não se recomenda adaptar bovinos Nelore em períodos menores que 14 dias quando a virginiamicina é utilizada como único aditivo alimentar em dietas com alta inclusão de concentrado, pois períodos mais curtos de adaptação não melhoraram o desempenho e nem o peso de carcaça quente dos animais e diminuíram a deposição de gordura na carcaça.

## 7. REFERENCIAS

- BARDUCCI, R. S. Protocolos e durações de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos Nelore confinados. 2013. 100 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
- BENATTI, J. M.; ALVES NETO, J. A.; OLIVEIRA, I. M.; RESENDE, F. D.; SIQUEIRA G. R.; Effect of increasing monensin sodium levels in diets with virginiamycin on the finishing of Nelore cattle. **Animal Science Journal**. v. 88, p. 1709-1714, 2017.
- 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.
- 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.

- 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.
- COSTA, S. F., M. N. PEREIRA, L. Q. MELO, J. C. RESENDE JÚNIOR, and M. L. CHAVES. 2008. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerros-I Aspectos histológicos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 60:1-9.
- CRUZ, Gustavo D.; MILLEN, Danilo Domingues; RIGUEIRO, André Luiz Nagatani. **Rumen models**. In: *Rumenology*, p. 265-279. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/178777>> acesso em: 02/03/2019
- DANIEL, J. L. P.; RESENDE JÚNIOR, J. C.; CRUZ, F. J. Participação do ruminoretículo e omaso na superfície absorptiva total do proventrículo de bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, Belo Horizonte, v. 43, p. 688-694, 2006.
- DUFFIELD, T. F., MERRILL, J. K., BAGG, R. N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **Journal of Animal Science**, v.90, p. 4583-4592, 2012.
- ESTEVAM, D. D. Períodos de adaptação de bovinos Nelore confinados a dietas de alto teor de concentrado. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.
- FOX, D. G., L. O. TEDESCHI, T. P. TYLUTKI, J. B. RUSSELL, M. E. VAN AMBURGH, L. E. CHASE, A. N. PELLA, and T. R. OVERTON. 2004. The cornell net carbohydrate and protein system model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Anim Feed Sci Technol.** v.112, p, 29-78, 2004.
- GALYEAN, M.L.; MALCOLM, K.J.; DUFF, G.C. Performance of feedlot steers fed diets containing laidlomycin propionate or monensin plus tylosin, and effects of laidlomycin propionate concentration on intake patterns and ruminal fermentation in beef steers during adaptation to a high concentrate diet. **Journal of Animal Science**, v.70, p. 2950-2958, 1992.
- GOODRICH, R. D.; GARRET, J. E.; GHAST, D. R; KIRICH, M. A.; LARSON, D. A.; MEISKE, J. C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v. 58, p. 1484-1498, 1984.
- 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.
- Johnson TR, Combs DK (1991) Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 74, 933—944
- 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.
- MELO, L. Q., S. F. COSTA, F. LOPES, M. C. GUERREIRO, L. E. ARMENTANO, and M. N. PEREIRA. 2013. Rumen morphometrics and the effect of digesta pH and volume on volatile fatty acid absorption. *J. Anim. Sci.* 91:1775-1783.
- MILLEN, D. D., R. D. L. PACHECO, M. D. B. ARRIGONI, M. L. GALYEAN, and J. T. VASCONCELOS. 2009. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **J. Anim. Sci.**, v.87, p. 3427-3439, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6. ed. Washington: National Academy, 1984.
- NRC (National Research Council). 1996. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 242p
- PARRA, F. S. Protocolos de adaptação à dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos nelore confinados. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- PERDIGÃO, A. Protocolos de adaptação a rações de alto teor de concentrados para bovinos Nelore confinados. 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.
- PEREIRA, J. R. A.; JUNIOR P.R. Manual prático de avaliação nutricional de alimentos. Fundação
- PEREIRA, M. C. S. Desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça, morfometria ruminal e cecal em bovinos Nelore confinados submetidos

a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação. 2019. 107 f. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

- PEREIRA, M.N. Regulação e estimativa do consumo de matéria seca. Módulo 3. Curso online: Formulação de dietas para bovinos leiteiros. Agripoint, 2015.
- 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.
- 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. 9-12, 1995.
- SAS Institute (2003) 'SAS/STAT user's guide. Release 9.1.' (SAS Institute: Cary, NC).
- 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**, 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) - Curso de Zootecnia, Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2011.
- 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.
- WATANABE, D. H. M. Desempenho de bovinos Nelore e ½ Angus/Nelore adaptados em confinamento por 9 ou 14 dias. 2016. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia Animal, Universidade Estadual Paulista, Dracena, 2016.
- ZINN, R.A.; BARRERAS, A.; CORONA, L.; OWENS, F.N.; WARE, R.A. Starch digestion by feedlot cattle: predictions from analysis of feed and fecal starch and nitrogen. **Journal of Animal Science**, v. 85(7), p. 1727-1730, 2007.
- 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.

## **CAPÍTULO 03**

## **Retirada estratégica de monensina sódica quando associada com virginiamicina para aumentar o peso de carcaça de bovinos Nelore confinados**

### **RESUMO**

O estudo foi conduzido no confinamento experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas-FCAT, Unesp, Campus de Dracena. O objetivo deste experimento foi testar os efeitos da retirada de monensina sódica após o período de adaptação e ao final do período de terminação, quando uma dieta mais energética é fornecida aos animais sobre o desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça, saúde do rúmen e ceco de bovinos Nelore confinados. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 6 repetições (4 animais por baia), em que 120 bovinos machos com 18 meses de idade, não castrados, da raça Nelore com peso vivo (PV) médio inicial de  $378,44 \pm 24,43$  kg, foram divididos aleatoriamente em 30 baias onde foram alimentados por 112 dias. Neste estudo os animais foram divididos em cinco tratamentos: os animais foram divididos em cinco tratamentos: 1) MON (30 mg/kg) durante todo o período de confinamento com adaptação por 14 dias; 2) VM (25 mg/kg) durante todo o período de confinamento com adaptação por 14 dias; 3) VM (25 mg/kg) + MON (30 mg/kg) durante o período de adaptação por 14 dias e somente VM (25 mg/kg) durante todo o período de terminação; 4) VM (25 mg/kg) + MON (30 mg) durante o período confinamento, com adaptação por 14 dias; e 5) VM (25 mg/kg) + MON (30 mg/kg) durante a adaptação por 14 dias e durante o período de terminação 1 e somente VM (25 mg/kg) durante a terminação 2 (quando a dieta mais energética for fornecida). A retirada estratégica de MON sódica, tanto no fim do período de terminação, quanto no fim do período de terminação 01 não alterou significativamente a IMSKG e IMSPV ( $P > 0,05$ ), porém a retirada de MON no final do período de terminação 01 aumentou o GPD ( $P = 0,05$ ), que por sua vez aumentou o PVF ( $P = 0,05$ ). O mesmo grupo de animais apresentou menor custo do ganho de peso vivo ( $P = 0,05$ ), quando se comparou com o grupo de animais que foram suplementados somente com VM. Da mesma forma, a estratégia de retirada de MON ao fim do período de confinamento em conjunto ao aumento da energia da dieta também proporcionou aos animais maior PCQ ( $P = 0,05$ ). A suplementação somente com MON ou somente com VM diminuiu a deposição de gordura no contrafilé (EGS;  $P < 0,01$ ) e na picanha (EGP8;  $P < 0,01$ ). Bovinos que receberam MON ou MON+VM durante todo o período de confinamento apresentaram papilas ruminiais com maior área média ( $\text{cm}^2$ ) do que o restante dos animais pertencentes aos demais tratamentos, porém os mesmos animais apresentaram rúmen com maior grau de lesões ( $P = 0,05$ ). Desta forma, baseado nos resultados deste estudo, conclui-se que a retirada de MON da dieta ao fim do período de terminação quando associada a VM, combinada ao aumento da energia da ração

melhora a performance de bovinos Nelore em confinamento, pois melhorou o GPD e o PVF, entregando carcaças mais pesadas e mais acabadas, com menor custo em R\$ para cada kg de peso ganho durante o período de engorda.

**Strategic withdrawal of sodium monensin when associated with virginiamycin to increase carcass weight of feedlot Nellore cattle**

**ABSTRACT**

This study was conducted at the experimental feedyard of the College of Agricultural and Technological Sciences, Unesp, Dracena Campus. The aim of this experiment was to test the effects of withdraw monensin whether at the end of adaptation period or at the end of finishing period where a high energetic diet was fed on the feedlot performance, feeding behavior, carcass traits and ruminal and cecal health of feedlot Nellore cattle. The experiment was a completely randomized blocks design, replicated 6 times (6 animals/pen) within 120 18 months old yearling bulls, uncastrated with initial body weight  $378,44 \pm 24,43$  kg were alleatory allocated in 30 pens and fed by 112 days. In this trial animals were divided into 5 treatments as follows: 1) MON (30 mg/kg) overall the feeding days; 2) VM (25 mg/kg) overall the feeding period; 3) VM (25 mg/kg) + MON (30 mg/kg) during the adaptation period and only VM (25 mg/kg) during finishing period 1 and 2; 4) VM (25 mg/kg) + MON (30 mg/kg) overall the feeding period; e 5) VM (25 mg/kg) + MON (30 mg/kg) during the adaptation and finishing 1 periods and only VM (25 mg/kg) during the finishing period 2 (when a high energetic diet was fed). Withdrawing MON strategically either at the end of adaptation period or at the end of finishing period 01 did not alter significantly DMI in kg and as % of BW ( $P > 0,05$ ), however withdraw MON at the end of the finishing period 01, when a high energy diet was fed, enhanced ADG ( $P = 0,05$ ) which in turn increased the FBW ( $P = 0,05$ ). The same group of cattle presented less cost to gain one kg of BW ( $P = 0,05$ ), when compared with VM supplemented cohorts. Nevertheless, MON withdrawing strategy at the end of feeding period plus increasing the diet energy's also increased HCW ( $P = 0,05$ ). Supplementation of only MON or VM decreased the fat deposition at longissimus dorsi (Back fat thickness;  $P < 0,01$ ) and at the Picanha (EGP;  $P < 0,01$ ). Cattle within received MON or MON+VM during the entire feedlot period presented ruminal papillae with greater AMP (cm<sup>2</sup>) than cattle under the other treatments, however they also showed greater inflammation ruminal score ( $P = 0,05$ ). Thus, based on the results of this study, may be concluded that withdrawing MON from the diet at the end of feedlot period when combined with VM plus increasing the diet energy's improves feedlot performance of Nellore cattle, because it enhanced ADG and

FBW, providing heavier carcass with better fat deposition and less cost to each kg of BW gained during the fattening period.

## 1. INTRODUÇÃO

O período de terminação é a fase cujo principal objetivo é aumentar o ganho de peso diário bem como o ganho de carcaça dos animais, promovendo acabamento de carcaça adequado; também é neste período que bovinos em terminação se encontram em um momento fisiológico onde o crescimento e o acúmulo de proteína já não são tão eficientes comparado a fase de crescimento (BERG e BUTTERFIELD, 1976) e a composição do ganho de peso e de carcaça passa a ser constituída em maior parte por tecido adiposo (OWENS et al., 1995).

De maneira geral, no início e meio do período de confinamento o ganho de peso diário é maior comparado aos valores encontrados no final do período de engorda. Porém, o ganho em peso e o ganho em carcaça vão se alterando ao longo do tempo em proporções distintas, em que a taxa de decréscimo do ganho em carcaça é menor que do ganho em peso (PAZDIORA et al., 2011), ou seja, ao final do período de terminação o ganho de peso é menor, porém o rendimento do ganho pode chegar a mais de 80% (BRUNS et al., 2004; MOREIRA, 2018).

Por outro lado, o IMS de bovinos confinados também diminui ao longo do período de terminação, principalmente no terço final do confinamento. Parte dessa queda no consumo dos animais está relacionada a questões hormonais, mediadas pelo aumento na deposição de gordura (FOOTE et al., 2015) principalmente na fase final do confinamento, onde os animais já estão atingindo o peso maduro.

Desta forma, é fundamental e extremamente difícil explorar a IMS ao final da terminação, pois o animal já se encontra com um alto nível de gordura corporal e é neste ponto onde a IMS tende a diminuir, mas é neste período em que o rendimento do ganho é mais elevado (MOREIRA, 2018).

Há poucos estudos na literatura envolvendo estratégias alimentares cujo objetivo é maximizar a IMS de animais confinados ao final dos dias de alimentação para explorar o maior ganho de carcaça nesta fase. No entanto, uma estratégia que tem mostrado efeito significativo no CMS de animais em confinamento é a retirada de monensina sódica (MON) da dieta, quando esta é combinada com virginiamicina (VM), resultando em aumento da IMS e melhora no desempenho e peso de carcaça de bovinos Nelore (RIGUEIRO, 2016).

Diferentes combinações de aditivos promovem mudanças na IMS de animais em confinamento tanto na fase de adaptação quanto na fase de terminação; talvez utilizar

uma dieta mais energética no final da fase de terminação somado a um protocolo de retirada de MON da dieta possa alterar as variáveis de desempenho, alterando o consumo de energia e conseqüentemente o ganho de carcaça nesta fase.

Deste modo, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da retirada de monensina sódica da dieta quando esta é combinada com VM, e o aumento da energia da dieta ao final do período de terminação sobre o desempenho produtivo, comportamento ingestivo, morfometria ruminal e cecal e características de carcaça em bovinos Nelore confinados.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Animais, Local do Experimento e Tratamentos**

O estudo foi conduzido no confinamento experimental de bovinos de corte da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas-FCAT, Unesp, Campus de Dracena. Foram utilizados 120 animais machos não castrados da raça Nelore com peso vivo médio inicial de  $378,44 \pm 24,43$  kg, provenientes de recria em sistema de pastejo contínuo.

O delineamento foi em blocos casualizados, em que o peso vivo inicial foi o critério utilizado para formar os blocos. Desta maneira, os tratamentos experimentais foram os seguintes: 1) MON (30 mg/kg) durante todo o período de confinamento com adaptação por 14 dias; 2) VM (25 mg/kg) durante todo o período de confinamento com adaptação por 14 dias; 3) VM (25 mg/kg) + MON (30 mg/kg) durante o período de adaptação por 14 dias e somente VM (25 mg/kg) durante todo o período de terminação; 4) VM (25 mg/kg) + MON (30 mg) durante todo o período confinamento, com adaptação por 14 dias; e 5) VM (25 mg/kg) + MON (30 mg/kg) durante a adaptação por 14 dias e durante o período da terminação 1 e somente VM (25 mg/kg) durante o período da terminação 2. Cada tratamento foi composto por 6 baias (4 animais/baia), as quais foram consideradas as unidades experimentais para este estudo.

### **2.2. Manejo, Arraçoamento e Cuidado com os Animais**

O programa de recebimento dos animais foi da seguinte forma: todos os bovinos foram vacinados e desverminados, e submetidos a um período de pré-adaptação a base de feno de *cynodon* por um período de 7 dias com o objetivo de uniformizar a população ruminal dos mesmos e adaptá-los às instalações e ao manejo. Os animais foram mantidos em baias de chão batido, com 2,0m de piso de concreto próximo ao cocho, as quais tiveram lotação de quatro animais (18 m<sup>2</sup> por animal e 1,5 m de cocho por animal). As dietas experimentais foram formuladas segundo o LRNS (*Large Ruminant Nutrition System*, FOX et al., 2004), nível 2, cujos níveis estão apresentados na Tabela 1,

esperando-se ganhos de peso diários de 1,400 a 1,600 kg/animal. As dietas experimentais foram compostas por: bagaço de cana-de-açúcar, feno de *Cynodon dactylon* cultivar coast cross, grãos de milho finamente moídos (Peneira de 3 mm), farelo de soja, sal mineral e ureia (tabela 1). O protocolo de adaptação utilizado foi na forma de escadas, o qual consiste de aumento gradual do teor de concentrado e redução do teor de volumoso da ração com fornecimento sempre *ad libitum*.

O manejo das dietas de adaptação com suas respectivas durações para cada tratamento foi da seguinte forma: os animais receberam a dieta 1 por 5 dias, a dieta 2 por 4 dias e a dieta 3 por 5 dias, totalizando 14 dias de adaptação.

**Tabela 4.** Composição e conteúdo nutricional das dietas totais oferecidas aos animais durante o confinamento.

Dietas	ADAP 1 <sup>1</sup>	ADAP 2 <sup>2</sup>	ADAP 3 <sup>3</sup>	TERM 1 <sup>4</sup>	TERM 2 <sup>5</sup>
<b>Nível de Concentrado (%)</b>	<b>66</b>	<b>72</b>	<b>78</b>	<b>84</b>	<b>88</b>
<b>Ingredientes (% de MS)</b>					
Bagaço de cana de açúcar	20,00	18,00	16,00	12,00	10,00
Feno de <i>Cynodon</i>	15,00	10,00	5,00	2,00	2,00
Milho moído fino	41,80	50,00	59,60	70,00	76,70
Farelo de soja	20,00	18,70	16,00	12,55	8,00
Ureia	0,70	0,80	0,90	0,95	0,90
Suplemento mineral <sup>6</sup>	2,50	2,50	2,50	2,50	2,40
<b>Conteúdo Nutricional</b>					
Matéria Seca (MS)	46,00	48,00	51,00	57,00	74,00
NDT <sup>7</sup> (% MS)	64,00	67,00	70,00	74,00	80,00
Proteína Bruta (% MS)	15,60	15,60	15,20	14,60	14,00
FDN <sup>8</sup> (% MS)	41,40	36,60	31,40	14,60	19,20
Carboidratos não fibrosos (% MS)	38,00	43,00	49,00	55,00	61,00
peNDF <sup>9</sup> (% MS)	28,00	23,00	18,00	13,00	10,00
Elg <sup>10</sup> (Mcal/kg MS)	1,00	1,08	1,15	1,26	1,29
Ca (% MS)	0,60	0,58	0,56	0,54	0,52
P (% MS)	0,40	0,41	0,42	0,42	0,42

<sup>1</sup> Dieta de adaptação 01; <sup>2</sup> Dieta de adaptação 02; <sup>3</sup> Dieta de adaptação 03; <sup>4</sup> Dieta de terminação 01; <sup>5</sup> Dieta de terminação 02; <sup>6</sup>Ca: 18,23%; P: 4,05%; Mg: 0,77%; K: 0,05%; Na: 8,22%; Cl: 12,65%; S: 1,60%; Co: 27,50 ppm; Cu: 754,17 ppm; Fe: 2498 ppm; I: 37,29 ppm; Mn: 740 ppm; Se: 6,20 ppm; Zn: 1790 ppm; <sup>7</sup>Nutrientes digestíveis totais; <sup>8</sup>Fibra em detergente neutro; <sup>9</sup>Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva, <sup>10</sup>Energia Líquida de Ganho.

Os animais receberam as dietas experimentais três vezes ao dia (8h (35%), 11h (20%) e as 16h (45%)) com água constante nos bebedouros. O fornecimento da ração foi *ad libitum* e as quantidades oferecidas diariamente foram ajustadas com base na quantidade de sobra nos cochos antes da primeira refeição (8h).

O consumo de matéria seca foi medido diariamente para cada baía por meio da pesagem do alimento fornecido, e da pesagem das sobras antes do trato da manhã do dia subsequente, fazendo-se, posteriormente, a média de consumo por animal. A

determinação da matéria seca da dieta total foi efetuada todos os dias para se obter o consumo diário em quilos de matéria seca. O consumo de matéria seca também foi expresso em porcentagem do peso vivo.

### **2.3. Desempenho Produtivo e Características de Carcaça**

No início e ao final do período experimental todos os animais foram pesados após jejum de sólidos de 16 horas. Desta forma, foi calculado ao final do experimento o desempenho produtivo: o ganho de peso diário (**GPD**), utilizando os dados da pesagem inicial e final divididos pelo tempo de confinamento; a conversão alimentar (**CA**), obtida pela divisão do CMS total pelo ganho de PV total, a eficiência alimentar (**EA**), calculada pela divisão do ganho de peso total pelo CMS total. Da mesma forma, a cada 28 dias de experimento, todos os animais foram pesados, sem jejum, e do peso vivo encontrado, foram descontados 4% do peso vivo dos animais para obter-se o peso enxuto e então foram calculados os ganhos parciais dentro de cada período (a cada 28 dias). Além disso, ao final do período de terminação 01 (dia 72 do período experimental), os bovinos também foram pesados da mesma forma, sem jejum, e do peso vivo encontrado também foram descontados 4% para obter-se o peso enxuto e então calcular os ganhos parciais até esta fase.

Os animais foram submetidos a duas avaliações de ultrassonografia, no início e no final da fase de confinamento segundo a metodologia proposta por Perkins et al. (1992), utilizando-se unidades de ultrassom veterinário “Aloka – 500 SSD”, com sonda “linear de 3,5 Mhz” (Aloka Co. Ltd., Tokyo, Japan) e óleo vegetal como acoplante acústico para verificar o desenvolvimento da espessura de gordura subcutânea (**EGS**), área de olho de lombo (**AOL**) e marmoreio do músculo *Longissimus dorsi* (contra-filé) entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas; e espessura de gordura na garupa (**EP8**) sobre o músculo *Biceps femoris* (picanha).

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial, 15 animais foram abatidos ao final da fase adaptação (6, 9 ou 14 dias, de acordo com o tratamento aplicado), para então se determinar o desenvolvimento e o grau de inflamação dos compartimentos rúmen e ceco dos mesmos, e também verificar a presença de abscessos hepáticos ao fim de cada período de adaptação.

O rendimento de carcaça quente final foi calculado a partir do peso de carcaça quente (**PCQ**) final, obtido em frigorífico comercial, dividido pelo PV final do animal, obtido no confinamento.

#### **2.4. Avaliação do Custo do Ganho de Peso**

A avaliação do custo de ganho de peso foi com base em quanto custou ao animal para ganhar um quilo de peso vivo quando comparados os cinco tratamentos utilizados neste estudo. Ressaltando que os animais foram alimentados com a mesma dieta na adaptação e terminação, as quais diferirão apenas com relação a duração da adaptação e inclusão dos aditivos. O custo do ganho foi calculado conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Custo do Ganho(R\$)} = \left( \frac{(\text{Ingestão de MS (kg)} \times \text{Custo por kg da MS da dieta})}{\text{Ganho de Peso Vivo Diário (kg)}} \right)$$

#### **2.5. Flutuação da Ingestão de Matéria Seca**

Para avaliar a flutuação no consumo de matéria seca foi seguida metodologia proposta por Bevans et al. (2005). Para isso, foram coletadas diariamente as informações de consumo médio dos animais de cada baia a partir da pesagem da quantidade de alimento ofertado e das sobras. A matéria seca da dieta foi determinada todos os dias, para assim, obter-se a quantidade de matéria seca ingerida pelos animais. Sendo assim, a flutuação no consumo de matéria seca foi calculada pela diferença de consumo entre dois dias consecutivos. A flutuação de consumo de matéria seca foi expressa tanto em quilogramas, quanto em porcentagem:

$$\text{Flutuação} = \left( \frac{(\text{Consumo de matéria seca atual} - \text{Consumo de matéria seca do dia anterior})}{\text{Consumo de matéria seca do dia anterior}} \right) * 100$$

#### **2.6. Energia Líquida**

Por meio dos dados de ingestão de matéria seca, peso corporal e ganho de peso diário obtidos nos experimentos, foram calculados os valores de energia líquida observada (ELobs) das dietas. As equações utilizadas seguiram a metodologia proposta por Zinn e Shen (1998). Foram calculadas as exigências de ganho (Eg) e de manutenção (Em) dos animais por meio das fórmulas 1 e 2, respectivamente. Depois de calculadas as exigências energéticas relacionadas aos ganhos de peso corporal (kg/dia) e aos pesos metabólicos (kg) dos animais, foram então calculados os valores de energia líquida das dietas (Mcal/kg de MS) para manutenção (ELm) e ganho (ELg) através das fórmulas 3 e 4.

(1)  $Eg = [0,0493 * PV^{0,75}] GPD^{1,097}$ ; (NRC, 1984)

(2)  $Em = 0,077 * PV^{0,75}$ ; (LOFGREEN & GARRETT, 1968; apud Zinn e Shen, 1998)

(3)  $ELm = (-b - ((b^2) - (4ac))^{0.5}) / (2a)$ ; (ZINN e SHEN, 1998); em que:  $a = -0,41 \cdot Em$ ;  $b = 0,877 \cdot Em + 0,41 \cdot CMS + Eg$ ;  $c = -0,877 \cdot CMS$

(4)  $ELg = (0,877 \cdot ELm) - 0,41$ ; (ZINN & SHEN, 1998)

em que:  $Eg$  = exigência em energia para ganho (Mcal/dia)  $Em$  = exigência em energia para manutenção (Mcal/dia)  $ELm$  = energia líquida de manutenção (Mcal/kg de MS)  $ELg$  = energia líquida de ganho (Mcal/kg de MS).

### **2.7. Comportamento Ingestivo e Seletividade da Ração por meio da Penn State Particle Separator (PSPS)**

Os animais foram submetidos a três observações visuais para avaliação do comportamento ingestivo, sendo que nos dias de avaliação estes foram observados a cada cinco minutos, durante período de 24 horas. As observações foram realizadas durante o experimento para abranger os períodos de adaptação e terminação 01 e terminação 02. Desta maneira, o primeiro período de observação foi realizado ao fim da adaptação (15º dia), a segunda observação no dia 60 do período experimental para contemplar o período de terminação 01 e outra avaliação ao dia 105 de experimento para contemplar o período de terminação 02. Durante as observações foram coletados dados para determinação do tempo despendido em ingestão, ruminação e ócio, expressos em minutos, conforme descrito por Johnson e Combs (1991), números de refeições por animal e de visitas ao bebedouro. Da mesma forma, em cada período de observação de 24 horas, foram coletadas amostras das rações fornecidas e das sobras dos cochos após 24 horas, para, por meio de análises bromatológicas de matéria seca e fibra em detergente neutro, para que então, pudesse se determinar a quantidade ingerida desses nutrientes pelos animais. Consequentemente, foram calculadas as eficiências de alimentação e ruminação da matéria seca e da fibra em detergente neutro seguindo a metodologia descrita por Carvalho et al. (2006), assim como o consumo de matéria seca médio por refeição.

Nos dias de cada observação de comportamento ingestivo 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 (1996) para então se analisar a extensão da seleção, a qual foi expressa em forma de índice de seleção. O PSPS é equipado com três caixas, as quais contêm ao fundo de cada uma, peneiras 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. Cada amostra de ração ou de sobras coletada conteram aproximadamente 200g, as quais

foram colocadas sobre a primeira caixa (19 mm de diâmetro), e então a PSPS foi agitada conforme descrito por Heinrichs (1996).

As frações da matéria natural das amostras retidas em cada peneira e na caixa sólida foram então pesadas para se determinar a distribuição das partículas da amostra conforme o tamanho. O índice de seleção foi calculado como a ingestão atual / ingestão esperada para cada porção retida nas peneiras individuais. A ingestão esperada foi calculada como a distribuição do tamanho de partícula da dieta total (base na matéria natural) × a ingestão atual de matéria natural. A ingestão atual foi calculada como a quantidade de ração oferecida × a distribuição do tamanho de partículas da dieta total – a quantidade de sobras × a distribuição do tamanho de partículas das sobras (%). Portanto, índices de seleção de 1, menor que 1 e maior que 1, indicam: ausência de seleção, seleção contra e seleção a favor, respectivamente de acordo com a peneira ou caixa avaliada (LEONARDI e ARMENTANO, 2003). Cada caixa contou com um índice de seleção e foi considerada uma variável dependente na análise estatística, posteriormente permitindo-se a discussão dos quatro índices de seleção em conjunto.

### **2.8. Incidência de Rumenites e Abscessos Hepáticos**

Para avaliação da incidência de rumenites, ao final do experimento, logo após o abate e evisceração os compartimentos do rúmen e retículo foram separados e limpos com água corrente, 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 et al. (1975), com base numa escala de 0 (sem lesões) a 10 (lesões ulcerativas por todo o rúmen). A classificação das papilas ruminais com base na incidência ou não de lesões foi feita duas pessoas treinadas para este fim, sendo o escore final a média dos escores dos dois avaliadores.

Com relação aos abscessos hepáticos, nos dois estudos estes foram classificados de acordo com a incidência e severidade dos mesmos. Essa classificação teve como base o trabalho de Brink et al. (1990), e é categorizada como segue: (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 a superfície do fígado. A classificação dos abscessos foi feita por duas pessoas treinadas para este fim. O escore final foi a média dos escores dos dois avaliadores.

### **2.9. Incidência de Lesões e avaliação histológica do Ceco dos Animais**

Para avaliação da incidência de lesões no ceco, todos os animais do estudo, logo após o abate, tiveram seus cecos lavados e então analisados. O epitélio cecal foi classificado conforme a incidência de lesões (inflamações) e outras anormalidades no mesmo. Como não há estudos relacionados a avaliar o grau de lesão (inflamação) do ceco de bovinos, neste estudo foi proposto uma metodologia para avaliar o grau de lesão do ceco dos animais ao fim do período de confinamento. A metodologia aplicada foi semelhante a metodologia descrita por Bigham et al. (1975), com base numa escala de 0 (sem lesões) a 10 (lesões ulcerativas por todo o rúmen), também foram avaliados os escores de lesão no ceco numa escala de 0 (sem lesões) a 10 (lesões ulcerativas por todo o ceco).

Da mesma forma, um fragmento de 3 cm<sup>2</sup> do ceco foi coletado, lavado em solução fisiológica, fixado em formol 10% por um período de 24 horas e posteriormente armazenados em álcool 70%.

As amostras foram então diafanizadas em xilol e incluídas em Paraplast plus®. Serão preparadas lâminas cortes de cinco micrômetros de espessura, e posteriormente coradas com Hematoxilina e Eosina (HE). Após o procedimento de coloração, com auxílio de um microscópio óptico acoplado a um sistema analisador de imagens da Leica (Image-Pro Plus versão 1.0.0.1) pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Unesp, campus de Dracena, foram realizadas medidas de profundidade das criptas e quantidade de células secretoras de muco.

### **2.10. Morfologia e Histologia do Epitélio Ruminal**

Após todos os abates, 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 cm<sup>2</sup> foi coletado da região do saco cranial do rúmen. Essas amostras foram imediatamente colocadas em frascos contendo solução de tampão fosfato (PBS = 0,79g de NaCl; 0,223g de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; 0,0524 g de NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; H<sub>2</sub>O qsp 100mL) a 0,1 M e pH 7,4. As amostras foram mantidas por um dia refrigeradas para a realização das mensurações morfológicas macroscópicas da parede ruminal.

As variáveis morfológicas macroscópicas avaliadas foram as seguintes: número médio de papilas por cm<sup>2</sup> de parede (**NMP**), área média das papilas (**AMP**), área total de superfície absorviva por cm<sup>2</sup> de parede (**ASA**), e participação das papilas ruminais na área total de superfície absorviva (**PSA**). O NMP em todo fragmento foi mensurado

por quatro avaliadores e o dado final foi o valor médio das quatro contagens. A AMP foi mensurada por meio de imagens digitalizadas das papilas com auxílio do programa de análise de imagens UTHSCSA Image Tool (RESENDE JÚNIOR et al., 2006). Em cada fragmento foi analisada a área média de doze papilas seccionadas aleatoriamente da base. O dado final para AMP foi a média das doze papilas. Assim sendo, a ASA foi calculada pela seguinte fórmula:  $1 + (NMP \cdot AMP) - (NMP \cdot 0,002)$ , em que o número 1 representa o fragmento de 1 cm<sup>2</sup> coletado, e o 0,002 é a área basal estimada de cada papila ruminal (Daniel et al., 2006). A PSA foi calculada como segue:  $(NMP \cdot AMP / ASA) \cdot 100$ .

Para avaliação histológica das papilas, foram coletados fragmentos de parede no recesso do saco ventral do rúmen. Essas amostras foram fixadas por 24 horas em líquido de Bouin (LILLIE e FULLMER, 1968). Após o período de fixação as amostras foram mantidas em álcool a 70GL até o processamento histológico. As variáveis morfológicas avaliadas microscopicamente foram: análise morfométrica da altura e área das papilas ruminais, espessura da papila e da queratina, e determinação do índice mitótico das células da camada basal do epitélio do rúmen, realizando a contagem de todos os núcleos das células da camada basal do epitélio e todas as células com núcleo apresentando figuras mitóticas, sendo que o índice mitótico foi calculado dividindo-se o número de núcleos com figuras mitóticas pelo total de núcleos contados.

### 3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

O delineamento dos estudos 1 e 2 foram de blocos casualizados, em que os dados coletados foram analisados conforme o modelo:

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

$Y_{ijk}$  = observação relativa à k-ésima unidade experimental (baia) do i-ésimo tratamento (T) dentro do j-ésimo bloco (B);  $\mu$  = média geral;  $T_i$  = efeito do i-ésimo tratamento, sendo i = 1) MON (30 mg/kg) durante todo o período de confinamento com adaptação por 14 dias; 2) VM (25 mg/kg) no melhor tempo de adaptação do estudo 1, durante todo o período de confinamento; 3) VM (25 mg/kg) + MON (30 mg/kg) durante o período de adaptação por 14 dias e somente VM (25 mg/kg) durante todo o período de terminação; 4) VM (25 mg/kg) + MON (30 mg) durante o período confinamento, com adaptação por 14 dias; e 5) VM (25 mg/kg) + MON (30 mg/kg) durante a adaptação por 14 dias e durante o período de terminação 1 e somente VM (25 mg/kg) durante a terminação 2 (quando a dieta mais energética foi fornecida);  $B_j$  = efeito do j-ésimo bloco;  $e_{ijk}$  = erro

experimental associado a observação  $Y_{ijk}$  ( $0; \sigma^2_e$ ). Os dados também foram avaliados por análise de variância utilizando-se o PROC MIXED procedure do SAS (2003), sendo o teste de Tukey utilizado para comparação entre médias. Foram considerados significativos valores de  $P < 0,05$ . Em ambos os estudos, os parâmetros ruminais e de ceco, comportamento ingestivo e seletividade, foram coletadas medidas repetidas no tempo, as quais foram incluídas como efeito aleatório dos modelos acima.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Desempenho Produtivo e Características de Carcaça

Houveram diferenças significativas para o peso vivo final somente a partir do 72º dia do período experimental. Animais suplementados somente com VM durante todo o período experimental, no dia 72 de experimento, apresentaram peso vivo 13,08 kg menor ( $P = 0,04$ ) do que o grupo de animais que recebeu a associação dos aditivos até o fim do fornecimento da dieta de terminação 1 (**TERM1**) e somente VM durante o período de alimentação com a dieta de terminação 2 (**TERM2**). Neste mesmo período, não houveram diferenças para esta variável entre os demais tratamentos.

Contudo, ao final do período de alimentação (112 dias), os animais que até o dia 72 do período experimental estavam mais pesados apenas daqueles que receberam VM durante todo o período experimental (MONVM durante a ADAP e TERM1 e somente VM na TERM2), terminaram o período de confinamento com maior peso vivo final que todos os outros grupos ( $P = 0,05$ ), com exceção daqueles que foram alimentados com a associação dos aditivos durante o período de adaptação e somente VM na TERM1 e TERM2.

Com relação ao GPD dos bovinos deste experimento, ao longo de todo o período de alimentação, o grupo de recebeu a associação dos aditivos durante a ADAP e TERM1 e somente VM na TERM2 apresentaram GPD maior do que aqueles que foram alimentados somente com VM durante todo o período experimental ( $P = 0,05$ ). Não houve diferença significativa para esta variável entre os demais tratamentos aplicados ( $P > 0,10$ ).

Tanto a IMSKG quanto a IMSPV dos animais deste experimento não sofreram efeito dos tratamentos aplicados em nenhuma fase do período de alimentação ( $P > 0,10$ ).

Houve diferença significativa entre as médias de EA e CA dos grupos de bovinos ao longo dos dias de alimentação somente até o dia 84 do período experimental. Durante este período, o grupo de animais que foi alimentado somente com VM durante

todo o período experimental apresentou pior CA e menor EA comparado ao grupo que recebeu associação durante a ADAP e TERM1 e somente VM durante o fornecimento da TERM2 ( $P < 0,05$ ). Entretanto, ao final dos 112 dias de alimentação, não houve mais efeito significativo de tratamento para estas variáveis ( $P > 0,10$ ).

No que diz respeito a FLUTKG e FLUT%, animais que foram alimentados somente com VM durante todo o período experimental apresentaram maior flutuação do que o grupo de bovinos que foi alimentado somente com MON ( $P < 0,01$ ). Dentro dos 112 dias de alimentação, animais que foram suplementados somente com VM também apresentaram maior FLUT% que aqueles que foram alimentados com a associação durante a ADAP e TERM1 e somente VM durante o fornecimento da TERM2 ( $P < 0,01$ ).

A retirada de MON ao final do período de TERM1 diminuiu o custo em R\$ para o ganho de um quilo de PV ( $P=0,05$ ), comparado a suplementação com VM durante todo o período experimental. Não houve efeito significativo para esta variável entre os demais tratamentos.

Os valores das variáveis referentes as características de carcaça dos animais do experimento 02 estão apresentados na tabela 7. Não houve efeito significativo dos tratamentos aplicados para a maioria das variáveis de carcaça estudadas.

Com relação ao peso de carcaça quente (**PCQ**), animais que foram alimentados durante todo o período experimental somente com VM e também aqueles alimentados somente com MON apresentaram menor peso de carcaça quente quando comparado ao grupo de bovinos que foi alimentado com a associação dos aditivos durante a ADAP e TERM1 e somente VM durante o fornecimento da TERM2. Animais recebendo somente VM e aqueles recebendo somente MON apresentaram carcaças 7,69 e 7,23 kg mais leves ( $P = 0,05$ ) que o grupo mencionado anteriormente, respectivamente.

No que diz respeito às características relacionadas ao acabamento de carcaça, é possível observar que a suplementação com a associação de VM e MON independente da fase de confinamento aumentou a deposição de gordura no contrafilé (EGS), ( $P < 0,01$ ), e a deposição de gordura na picanha (EGP8), ( $P < 0,01$ ) comparado ao grupo de animais que foi alimentado com MON durante todo o período experimental.

**Tabela 2.** Desempenho produtivo de bovinos Nelore alimentados com uma dieta mais energética no final da terminação (terminação 2), que foram submetidos a diferentes combinações de virginiamicina (VM) e monensina (MON).

<i>Adaptação</i>	<i>Tratamentos</i>					EPM <sup>1</sup>	P
	MON	VM	MONVM	MONVM	MONVM		
<i>Terminação 1</i>	MON	VM	VM	MONVM	MONVM		
<i>Terminação 2</i>	MON	VM	VM	MONVM	VM		
<i>PV<sup>2</sup>, kg</i>							
Inicial	378,23	378,33	378,6	378,57	378,48	9,96	0,99
d <sup>3</sup> 1-28	411,44	402,68	409,52	409,57	417,60	10,75	0,10
d 1-56	448,84	444,56	455,20	448,79	459,64	7,26	0,11
d 1-72	472,72 <sup>ab</sup>	468,24 <sup>b</sup>	479,84 <sup>ab</sup>	473,00 <sup>ab</sup>	485,80 <sup>a</sup>	7,3	0,04
d 1-84	487,40	485,36	496,96	488,31	501,28	7,54	0,09
Final	533,67 <sup>b</sup>	529,25 <sup>b</sup>	540,79 <sup>ab</sup>	531,18 <sup>b</sup>	548,25 <sup>a</sup>	7,46	0,05
<i>GPD<sup>4</sup>, kg</i>							
d 1-28	1,18 <sup>ab</sup>	0,87 <sup>b</sup>	1,10 <sup>ab</sup>	1,11 <sup>ab</sup>	1,40 <sup>a</sup>	0,11	0,03
d 1-56	1,26 <sup>ab</sup>	1,18 <sup>b</sup>	1,36 <sup>ab</sup>	1,25 <sup>ab</sup>	1,45 <sup>a</sup>	0,07	0,05
d 1-72	1,31 <sup>ab</sup>	1,24 <sup>b</sup>	1,40 <sup>ab</sup>	1,30 <sup>ab</sup>	1,49 <sup>a</sup>	0,05	0,02
d 1-84	1,29 <sup>b</sup>	1,27 <sup>b</sup>	1,40 <sup>ab</sup>	1,30 <sup>ab</sup>	1,46 <sup>a</sup>	0,05	0,02
d Final	1,39 <sup>ab</sup>	1,34 <sup>b</sup>	1,45 <sup>ab</sup>	1,36 <sup>ab</sup>	1,51 <sup>a</sup>	0,05	0,05
<i>IMS<sup>5</sup>, kg</i>							
d 1-28	8,62	8,58	8,72	8,29	8,58	0,35	0,59
d 1-56	9,07	9,19	9,36	9,00	9,40	0,30	0,51
d 1-72	9,31	9,46	9,67	9,19	9,62	0,30	0,39
d 1-84	9,40	9,55	9,79	9,24	9,71	0,30	0,31
d 1-111	9,50	9,69	9,97	9,27	9,94	0,31	0,14
<i>IMS, % PV</i>							
d 1-28	2,06	2,10	2,13	2,06	2,09	0,03	0,47
d 1-56	2,02	2,07	2,06	2,00	2,04	0,03	0,49
d 1-72	1,97	2,02	2,02	1,94	1,98	0,03	0,29
d 1-84	1,92	1,97	1,97	1,89	1,94	0,03	0,30
d 1-111	1,78	1,83	1,85	1,74	1,81	0,03	0,12

NOTA: <sup>1</sup>Erro Padrão Médio, <sup>2</sup>Peso vivo<sup>2</sup>; <sup>3</sup>Dias; <sup>4</sup>Ganho de peso diário; <sup>5</sup>Ingestão de matéria seca. Fonte: Elaborado pelo autor.

## ...Continuação tabela 2.

<i>Tratamentos</i>							
<i>Adaptação</i>	MON	VM	MONVM	MONVM	MONVM		
<i>Terminação 1</i>	MON	VM	VM	MONVM	MONVM	EPM <sup>1</sup>	P
<i>Terminação 2</i>	MON	VM	VM	MONVM	VM		
<i>CA<sup>2</sup></i>							
d <sup>3</sup> 1-28	7,25 <sup>ab</sup>	9,94 <sup>a</sup>	9,25 <sup>a</sup>	7,96 <sup>ab</sup>	6,42 <sup>b</sup>	0,87	0,05
d 1-56	7,24 <sup>ab</sup>	7,86 <sup>a</sup>	6,96 <sup>ab</sup>	7,29 <sup>ab</sup>	6,52 <sup>b</sup>	0,30	0,05
d 1-72	7,16 <sup>ab</sup>	7,61 <sup>a</sup>	6,97 <sup>ab</sup>	6,99 <sup>ab</sup>	6,43 <sup>b</sup>	0,25	<0,01
d 1-84	7,30 <sup>ab</sup>	7,54 <sup>a</sup>	7,02 <sup>ab</sup>	7,07 <sup>ab</sup>	6,60 <sup>b</sup>	0,26	0,03
d 1-111	6,88	7,19	6,93	6,82	6,56	0,18	0,10
<i>EA<sup>4</sup></i>							
d 1-28	0,140 <sup>ab</sup>	0,100 <sup>b</sup>	0,126 <sup>ab</sup>	0,130 <sup>ab</sup>	0,160 <sup>a</sup>	0,01	0,01
d 1-56	0,139 <sup>ab</sup>	0,128 <sup>b</sup>	0,146 <sup>ab</sup>	0,139 <sup>ab</sup>	0,155 <sup>a</sup>	0,005	0,03
d 1-72	0,141 <sup>bc</sup>	0,132 <sup>c</sup>	0,145 <sup>ab</sup>	0,143 <sup>abc</sup>	0,156 <sup>a</sup>	0,005	<0,01
d 1-84	0,139 <sup>ab</sup>	0,133 <sup>b</sup>	0,144 <sup>ab</sup>	0,142 <sup>ab</sup>	0,152 <sup>a</sup>	0,005	0,03
d 1-111	0,146	0,140	0,145	0,147	0,153	0,004	0,10
<i>Flutuação da IMS<sup>5</sup>, %</i>							
d 1-28	7,29 <sup>b</sup>	9,88 <sup>a</sup>	7,43 <sup>b</sup>	7,71 <sup>ab</sup>	7,11 <sup>b</sup>	0,62	0,02
d 1-56	5,96 <sup>b</sup>	8,25 <sup>a</sup>	7,04 <sup>ab</sup>	7,56 <sup>ab</sup>	6,1 <sup>ab</sup>	0,57	0,04
d 1-72	5,48 <sup>b</sup>	7,57 <sup>a</sup>	6,67 <sup>ab</sup>	7,39 <sup>a</sup>	5,92 <sup>ab</sup>	0,46	0,01
d 1-84	5,49 <sup>c</sup>	7,55 <sup>a</sup>	6,61 <sup>abc</sup>	7,23 <sup>ab</sup>	5,73 <sup>c</sup>	0,44	<0,01
d 1-111	5,26 <sup>b</sup>	7,13 <sup>a</sup>	6,93 <sup>ab</sup>	6,74 <sup>ab</sup>	5,46 <sup>b</sup>	0,41	<0,01
<i>Flutuação da IMS, kg</i>							
d 1-28	0,59 <sup>b</sup>	0,8 <sup>a</sup>	0,64 <sup>ab</sup>	0,63 <sup>ab</sup>	0,60 <sup>ab</sup>	0,05	0,03
d 1-56	0,50 <sup>b</sup>	0,70 <sup>a</sup>	0,64 <sup>ab</sup>	0,64 <sup>ab</sup>	0,54 <sup>ab</sup>	0,05	0,02
d 1-72	0,48 <sup>b</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,54 <sup>ab</sup>	0,04	0,01
d 1-84	0,48 <sup>b</sup>	0,67 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>	0,53 <sup>ab</sup>	0,04	<0,01
d 1-111	0,47 <sup>b</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,67 <sup>a</sup>	0,59 <sup>ab</sup>	0,51 <sup>ab</sup>	0,04	<0,01

NOTA: <sup>a,b,c</sup> Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>1</sup>Erro Padrão Médio, <sup>2</sup>Conversão alimentar, <sup>3</sup>Dias; <sup>4</sup>Eficiência alimentar; <sup>5</sup>Ingestão de matéria secaFonte:

Elaborado pelo autor

**Tabela 3.** Custo do ganho de peso vivo e estimativa de energias líquida de manutenção e ganho de bovinos Nelore alimentados com uma dieta mais energética no final da terminação (terminação 2), que foram submetidos a diferentes combinações de virginiamicina (VM) e monensina (MON).

	<i>Tratamentos</i>						EPM <sup>1</sup>	P
	MON	VM	MONVM	MONVM	MONVM	MONVM		
<i>Adaptação</i>	MON	VM	MONVM	MONVM	MONVM			
<i>Terminação 1</i>	MON	VM	VM	MONVM	MONVM			
<i>Terminação 2</i>	MON	VM	VM	MONVM	VM			
Custo do ganho	7,07 <sup>ab</sup>	7,47 <sup>a</sup>	7,22 <sup>ab</sup>	7,11 <sup>ab</sup>	6,84 <sup>b</sup>	0,18	0,05	
EL <sup>6</sup> manutenção	2,03	1,96	2,00	2,04	2,08	0,03	0,11	
EL ganho	1,37	1,31	1,34	1,39	1,41	0,03	0,11	
ELm obs:ELm esp <sup>7</sup>	0,96	0,93	0,95	0,97	0,98	0,02	0,11	
ELg obs: ELg esp <sup>8</sup>	1,09	1,05	1,07	1,11	1,13	0,02	0,11	

<sup>a,b,c</sup> Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>1</sup>Erro Padrão Médio, <sup>2</sup>Conversão alimentar; <sup>3</sup>Dias; <sup>4</sup>Eficiência alimentar; <sup>5</sup>Ingestão de matéria seca, <sup>6</sup>Energia líquida, <sup>7</sup> Energia líquida de manutenção observada: energia líquida de manutenção esperada, <sup>8</sup> Energia líquida de ganho observada: energia líquida de ganho esperada.

**Tabela 4.** Características de carcaça de bovinos Nelore alimentados com uma dieta mais energética no final da terminação (terminação 2), que foram submetidos a diferentes combinações de virginiamicina (VM) e monensina (MON).

<i>Adaptação</i>	<i>Tratamentos</i>					EPM <sup>1</sup>	P
	MON	VM	MONVM	MONVM	MONVM		
<i>Terminação 1</i>	MON	VM	VM	MONVM	MONVM		
<i>Terminação 2</i>	MON	VM	VM	MONVM	VM		
Peso de carcaça quente, kg	289,48 <sup>b</sup>	289,02 <sup>b</sup>	295,06 <sup>ab</sup>	289,12 <sup>ab</sup>	296,71 <sup>a</sup>	7,97	0,05
Rendimento de carcaça, %	54,25	54,61	54,58	54,39	54,09	0,31	0,47
AOL inicial, cm <sup>2</sup>	63,19	61,04	60,73	62,99	59,89	8,7	0,14
AOL final, cm <sup>2</sup>	79,81	77,72	77,92	77,39	78,65	1,93	0,86
Ganho diário de AOL, cm <sup>2</sup>	0,150	0,150	0,150	0,140	0,160	0,01	0,79
EGS inicial, mm	2,29	2,31	2,40	2,40	2,42	0,74	0,50
EGS final, mm	5,03 <sup>c</sup>	5,26 <sup>bc</sup>	5,8 <sup>ab</sup>	5,94 <sup>a</sup>	5,75 <sup>ab</sup>	7,09	<0,01
Ganho diário de EGS, mm	0,024 <sup>c</sup>	0,025 <sup>bc</sup>	0,03 <sup>ab</sup>	0,031 <sup>a</sup>	0,029 <sup>ab</sup>	0,001	<0,01
P8 inicial, mm	4,16	4,12	4,09	4,01	4,15	0,1	0,84
P8 final, mm	7,55 <sup>b</sup>	8,36 <sup>ab</sup>	9,00 <sup>a</sup>	8,50 <sup>a</sup>	8,57 <sup>a</sup>	0,24	<0,01
Ganho diário P8, mm	0,03 <sup>b</sup>	0,04 <sup>ab</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,001	<0,01
Marmoreio inicial	2,06	2,01	2,14	2,27	2,19	0,12	0,48
Marmoreio final	2,82	2,7	2,73	2,92	2,86	0,08	0,23

<sup>a,b,c</sup> Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>1</sup>Erro padrão médio; <sup>2</sup>Área de olho de lombo; <sup>3</sup>Espessura de gordura subcutânea; <sup>4</sup>Espessura de gordura do bíceps femoris (picanha).

#### **4.2. Comportamento Ingestivo e Seletividade das Partículas**

Durante a adaptação os animais que receberam o uso combinado durante todo período passaram mais tempo em ócio ( $P=0,05$ ) que todos os outros animais. Os animais que na adaptação consumiram MONVM e nas terminações VM tiveram uma maior taxa de ruminação do peFDN ( $P=0.05$ ) que os demais animais. Esses mesmos animais selecionaram mais fibra longa ( $P=0.05$ ) que os animais que consumiram MON ou o uso combinado durante todo o período de confinamento, porém não diferiram dos animais que usaram uso combinado na adaptação e VM nas terminações. Já para partículas finas, os animais que consumiram MON ( $P=0,05$ ) ou VM durante todo o período de confinamento selecionaram mais partículas finas que os animais que consumiram o uso combinado durante todo período de confinamento e que os animais que usaram uso combinado na adaptação e terminação1 e VM na terminação 2.

Já na fase de terminação os animais que passaram mais tempo ócio foram os que consumiram MON durante todo o período de confinamento quando comparados aos animais que consumiram VM durante todo período de confinamento e também aos animais que consumiram MONVM na adaptação e VM nas terminações. Para o CMS, os animais que consumiram o uso combinado durante todo período de confinamento tiveram menor consumo quando comparado aos animais que receberam o uso combinado na adaptação terminação 1 e VM na terminação 2, VM durante todo o período de confinamento e MONVM na adaptação e VM na terminação 1 e 2.

**Tabela 5.** Comportamento ingestivo ao final do período de adaptação de bovinos Nelore alimentados com uma dieta mais energética no final da terminação (terminação 2), que foram submetidos a diferentes combinações de virginiamicina (VM) e monensina (MON).

	<i>Tratamentos</i>					EPM <sup>1</sup>	P
	<i>Adaptação</i>	MON	VM	MONVM	MONVM		
<i>Terminação 1</i>	MON	VM	VM	MONVM	MONVM		
<i>Terminação 2</i>	MON	VM	VM	MONVM	VM		
<b><i>Comportamento ingestivo</i></b>							
Tempo em ócio, min	994,17 <sup>b</sup>	1002,08 <sup>b</sup>	985,0 <sup>b</sup>	1051,74 <sup>a</sup>	980,63 <sup>b</sup>	19,63	0,05
Tempo em ruminação, min	292,50	274,17	272,71	220,14	289,37	21,87	0,16
Tempo em alimentação, min	153,33	163,75	182,29	168,13	170,00	11,68	0,53
TALREF <sup>1</sup> , min	14,91	14,04	13,62	13,69	15,12	1,05	0,70
Número de refeições, n	10,54	11,96	13,58	12,55	11,75	1,13	0,43
CMS <sup>2</sup> , kg	9,88	9,81	10,04	9,69	9,98	0,39	0,96
CMS por refeição, kg	0,96	0,88	0,76	0,83	0,92	0,09	0,55
TA <sup>3</sup> da MS, min/kg da MS	15,72	17,06	18,17	17,74	17,05	1,48	0,81
TR <sup>4</sup> da MS, min/kg da MS	30,11	28,04	27,00	23,20	29,15	2,32	0,26
Consumo de FDN <sup>5</sup> , kg	1,80	1,54	1,93	1,72	1,85	0,21	0,53
TA do FDN, min/kg da MS	87,62	112,04	96,70	113,87	106,30	17,76	0,38
TR do FDN, min/kg da MS	179,26	190,06	148,77	137,61	157,27	18,30	0,20
Consumo de peFDN <sup>6</sup> , kg	1,03	0,87	1,15	0,98	1,11	0,12	0,20
TA do peFDN, min/kg da MS	160,67	200,58	162,57	194,28	160,70	24,76	0,56
TR do peFDN, min/kg da MS	319,71 <sup>b</sup>	335,84 <sup>b</sup>	253,01 <sup>c</sup>	240,13 <sup>c</sup>	454,61 <sup>a</sup>	32,39	0,05
<b><i>Seletividade das partículas</i></b>							
Longas	0,91 <sup>b</sup>	0,97 <sup>ab</sup>	1,04 <sup>a</sup>	0,92 <sup>b</sup>	1,01 <sup>a</sup>	0,06	0,05
Médias	0,98	0,95	0,99	1,06	1,03	0,03	0,15
Curtas	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01	0,004	0,25
Finas	1,00 <sup>a</sup>	1,00 <sup>a</sup>	0,99 <sup>ab</sup>	0,98 <sup>bc</sup>	0,97 <sup>c</sup>	0,01	0,05

<sup>a,b,c</sup> Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); <sup>1</sup>Tempo em alimentação por refeição, <sup>2</sup>Consumo de Matéria Seca, <sup>3</sup>Tempo em alimentação, <sup>4</sup>Tempo em ruminação, <sup>5</sup>Fibra em Detergente Neutro, <sup>6</sup>FDN fisicamente efetivo, <sup>7</sup>Erro padrão médio.

**Tabela 6.** Comportamento ingestivo ao final do período de terminação de bovinos Nelore alimentados com uma dieta mais energética no final da terminação (terminação 2), que foram submetidos a diferentes combinações de virginiamicina (VM) e monensina (MON).

	<i>Tratamentos</i>					EPM <sup>1</sup>	P
	MON	VM	MONVM	MONVM	MONVM		
<i>Adaptação</i>	MON	VM	MONVM	MONVM	MONVM		
<i>Terminação 1</i>	MON	VM	VM	MONVM	MONVM		
<i>Terminação 2</i>	MON	VM	VM	MONVM	VM		
<i>Comportamento ingestivo</i>							
Tempo em ócio, min	1068,67 <sup>a</sup>	1030,96 <sup>b</sup>	1015,62 <sup>b</sup>	1054,74 <sup>ab</sup>	1050,50 <sup>ab</sup>	20,27	0,01
Tempo em ruminação, min	210,13	247,84	245,00	219,38	225,88	13,47	0,19
Tempo em alimentação, min	154,38	154,38	179,38	172,71	171,46	10,06	0,30
TALREF <sup>1</sup> , min	16,52	15,88	15,91	18,34	17,10	1,69	0,83
Número de refeições, n	10,21	9,92	11,42	9,81	10,42	0,98	0,49
CMS <sup>2</sup> , kg	9,94 <sup>ab</sup>	10,15 <sup>a</sup>	10,51 <sup>a</sup>	9,26 <sup>b</sup>	10,72 <sup>a</sup>	0,48	0,04
CMS por refeição, kg	1,06	1,08	0,93	1,04	1,07	0,12	0,87
TA <sup>3</sup> da MS, min/kg da MS	15,78	15,61	17,18	19,11	16,06	1,42	0,39
TR <sup>4</sup> da MS, min/kg da MS	21,51	24,57	23,52	23,87	21,15	1,44	0,26
Consumo de FDN <sup>5</sup> , kg	1,82	2,09	2,13	1,84	2,05	0,16	0,31
TA do FDN, min/kg da MS	93,11	77,38	87,26	97,62	86,83	10,69	0,65
TR do FDN, min/kg da MS	126,21	121,28	120,40	121,56	115,03	13,08	0,98
Consumo de peFDN <sup>6</sup> , kg	1,01	1,17	1,17	0,99	1,13	0,09	0,24
TA do peFDN, min/kg da MS	167,33	138,64	157,56	187,28	158,64	20,97	0,47
TR do peFDN, min/kg da MS	228,00	216,85	216,68	233,37	208,74	24,92	0,93
<i>Seletividade das partículas</i>							
Longas	1,06	1,08	1,06	1,01	1,03	0,02	0,26
Médias	1,02	1,03	1,03	1,01	1,03	0,01	0,85
Curtas	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00	0,002	0,48
Finas	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,01	0,44

<sup>a,b,c</sup> Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>1</sup>Tempo em alimentação por refeição, <sup>2</sup>Consumo de Matéria Seca, <sup>3</sup>Tempo em alimentação, <sup>4</sup>Tempo em ruminação, <sup>5</sup>Fibra em Detergente Neutro, <sup>6</sup>FDN fisicamente efetivo, <sup>7</sup>Erro padrão médio.

### **4.3. Características morfométricas do epitélio ruminal e cecal**

Em relação as variáveis macroscópicas ruminais; o índice de rumenite, animais que receberam o uso combinado durante todo período ( $P=0,05$ ) tiveram maior índice quando comparado aos animais que consumiram VM durante todo o período de confinamento e aos animais que consumiram MONVM na adaptação e VM na terminação 2. Já para AMP, os animais que consumiram MON e o uso combinado durante todo o confinamento tiveram maior área que os demais animais ( $P<0.01$ ).

Não houve efeito significativo para as variáveis da morfometria ruminal e nem para morfometria cecal.

**Tabela 7.** Variáveis de morfologia e histologia ruminal, incidência de lesões e avaliação histológica cecal de bovinos Nelore alimentados com uma dieta mais energética no final da terminação (terminação 2), que foram submetidos a diferentes combinações de virginiamicina (VM) e monensina (MON).

	<i>Tratamentos</i>					EPM <sup>1</sup>	P
	<i>Adaptação</i>	MON	VM	MONVM	MONVM		
<i>Terminação 1</i>	MON	VM	VM	MONVM	MONVM		
<i>Terminação 2</i>	MON	VM	VM	MONVM	VM		
<u><i>Comportamento ingestivo</i></u>							
<u><i>Variáveis ruminais macroscópicas</i></u>							
IR <sup>1</sup>	1,28 <sup>ab</sup>	0,99 <sup>b</sup>	1,08 <sup>b</sup>	1,44 <sup>a</sup>	1,01 <sup>b</sup>	0,12	0,05
AMP <sup>2</sup> , cm <sup>2</sup>	0,54 <sup>a</sup>	0,45 <sup>b</sup>	0,42 <sup>b</sup>	0,57 <sup>a</sup>	0,43 <sup>b</sup>	0,05	<0,01
ASA <sup>3</sup> , cm <sup>2</sup>	38,10	34,47	34,19	41,49	35,05	2,93	0,12
NMP <sup>4</sup> , n	75,24	79,48	79,56	72,74	81,35	6,53	0,84
RPSA <sup>5</sup> , %	97,31	97,15	96,57	97,57	97,19	0,32	0,26
<u><i>Morfometria ruminal</i></u>							
Altura de papilas, mm	4,40	4,27	4,30	4,50	4,53	0,28	0,89
Largura de papilas, mm	0,46	0,40	0,44	0,43	0,44	0,02	0,08
ASP, cm <sup>2</sup>	1,83	1,59	1,80	1,77	1,84	0,12	0,42
EEQ, mm	12,33	11,86	11,70	11,60	11,91	0,4	0,78
Índice mitótico, %	2,5	2,2	2,4	2,6	2,3	0,2	0,52
Índice mitótico, n°	49,71	44,33	48,67	51,13	46,08	3,2	0,52
<u><i>Morfometria cecal</i></u>							
Escore de ceco	2,08	2,21	2,29	1,99	1,79	0,42	0,92
Profundidade de cripta, µm	170,63	154,23	150,65	162,77	162,77	11,20	0,42
Células caliciformes, n	34,22	37,47	34,84	34,18	34,15	2,00	0,73
Profundidade de cripta /Células caliciformes	5,41	4,50	4,53	5,17	5,05	0,42	0,16

<sup>1</sup>Índice de Rumenite, <sup>2</sup>Área média de papila, <sup>3</sup>Área de superfície absorviva, <sup>4</sup>Número médio de papila, <sup>5</sup>Área total de superfície absorviva, <sup>6</sup>Área de superfície de papila, <sup>7</sup>Espessura do epitélio de queratina, <sup>8</sup>Erro padrão médio; L: efeito linear do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina, Q: efeito quadrático do tempo de adaptação para animais que consumiram apenas virginiamicina.

## 5. DISCUSSÃO

Diferente do esperado, animais que foram suplementados com a combinação de MON+VM por 72 dias e somente com VM durante o restante de dias em alimentação não apresentaram aumento significativo na IMS. Espera-se que a retirada de MON da dieta de bovinos Nelore mantidos em confinamento, consumindo dietas com nível de amido elevados, aumente a IMS total dos animais (RIGUEIRO, 2016), o que não aconteceu neste experimento.

A retirada da MON nos últimos 40 dias do estudo, aliada a permanência apenas de VM na dieta como aditivo alimentar, elevou o GPD de bovinos Nelore confinados, o que resultou em maior peso vivo final e maior peso de carcaça quente quando comparado àqueles animais que consumiram MON, VM ou ambos durante todo o estudo (Tabela 2). Rigueiro (2016) também avaliou o efeito da retirada de MON quando associada com VM em dietas de bovinos Nelore confinados ao final do período de adaptação. Neste estudo o autor também encontrou melhora no GPD, PVF e PCQ, comparado suplementação somente com MON ou MON+VM durante todo o período experimental, contudo, neste estudo o autor atribuiu estes achados ao aumento na IMS dos animais, o que não aconteceu no presente estudo. Figueira (2018) também avaliou a estratégia de retirada de MON da dieta de bovinos Nelore em terminação como modulador de CMS em dietas de alto concentrado. Neste estudo o autor retirou a MON da dieta em 3 pontos estratégicos ao longo dos dias de cocho, entretanto, não houve efeito da retirada de MON sobre o CMS e demais variáveis de desempenho em nenhum dos tratamentos aplicados. A conclusão do autor é que na dosagem de 20 ppm de MON, quando associada a VM em dietas de alto concentrado contendo subproduto (polpa cítrica), a retirada do aditivo parece não surtir efeito no CMS numa magnitude que seja possível elevar o CMS, o GDP e então o PQC de bovinos Nelore confinados.

Diferente dos estudos de Rigueiro (2016) e de Figueira (2018), no presente estudo, nos últimos 40 dias de alimentação, além da retirada de MON, também houve o aumento do teor de concentrado da dieta de terminação, a qual passou de 84% para 88%, e por essa razão, possivelmente não houve aumento da IMS nesta fase final em virtude da retirada da MON, porém é provável que o consumo de energia tenha sido maior, que melhorou então as variáveis de desempenho e de carcaça. Entretanto, ao observar o CMS no dia do comportamento ingestivo (tabela 6) durante o período de terminação 02 (onde já havia acontecido o aumento do teor de concentrado da ração e também a retirada da MON), bovinos que passaram pela retirada de MON, independente do período apresentaram maior IMS que os que foram suplementados com a associação dos aditivos durante todo o período experimental.

O maior peso de carcaça quente apresentado por bovinos Nelore que consumiram MON+VM até 72 dias alimentação e apenas VM nos últimos 40 dias do estudo foi devido a melhor eficiência alimentar que estes tiveram quando comparados àqueles que consumiram apenas VM o estudo todo, o que levou a maior taxa de deposição de gordura e conseqüentemente a maior EGS ao final do estudo (Tabela 4). A maior deposição de gordura, seja ela na picanha ou no contra-filé, soma peso a carcaça, por esta razão, aumentar a deposição de gordura dos animais é uma das formas de aumentar o rendimento do ganho (MORETTI, 2015). Então, é possível observar que bovinos Nelore que consumiram somente VM apenas nos últimos 40 dias de confinamento apresentaram maior deposição de gordura, tanto no contrafilé quanto na picanha, em relação a animais que consumiram MON por todo o estudo (Tabela 4), o que já havia sido constatado no primeiro estudo deste trabalho. No entanto, no presente estudo, não houve diferença na eficiência alimentar entre bovinos Nelore que consumiram apenas MON ou apenas VM durante todo o estudo, apesar da maior deposição de gordura na picanha por animais que consumiram apenas VM (Tabela 7).

Bovinos que consumiram MON+VM durante todo o estudo apresentaram maior índice de rumenites e AMP que aqueles que consumiram apenas VM o tempo todo, ou que foram submetidos a algum dos dois protocolos de retirada de MON (Tabela 7). A maior presença de lesões no rúmen destes animais pode ter limitado o GPD, assim como uma maior deposição de componentes carcaça. Da mesma maneira, a maior AMP observada para os bovinos Nelore que receberam MON+VM durante todo o estudo, não refletiu significativamente em maior ASA, o que é típico de ocorrer em animais com o rúmen ainda em desenvolvimento, ou com desenvolvimento prejudicado devido à incidência de lesões.

Tanto no primeiro estudo deste trabalho, quando neste, é possível observar que animais que foram suplementados somente com VM apresentaram maior flutuação da IMS, tanto em kg quando em % (tabela 2). Mesmo com valores abaixo daqueles considerados críticos o desempenho máximo dos animais, o tratamento somente com VM foi o único que apresentou eficiência alimentar pior do que aqueles que passara pela retirada de MON ao fim da terminação, o que não condiz com os reportados na literatura quando VM é fornecida sozinha em dietas de bovinos em confinamento (FIGUEIRA, 2018; LEMOS et al., 2016).

Em operações de confinamento, não se sabe ao certo quando é o período em que o CMS começa a diminuir, mesmo por que, existem inúmeros fatores que estão relacionados a esta variável. Entretanto, sabe-se que o CMS começa a cair a medida em que os animais vão acumulando mais tecido adiposo na carcaça (NRC, 1987), e que a queda é mais intensa quando os animais estão com percentual de gordura corporal

entre 21,3 a 31,5 % (FOX et al., 1998). Por outro lado, sabemos que quanto mais pesados os animais, maior o peso de carcaça e maior a chance em aumentar o rendimento do ganho (PAZDIORA et al., 2013), e que o número de dias para maximizar o ganho de carcaça é em torno de 117 dias (MOREIRA, 2018). Sendo assim, retirar a monensina aos 71 dias em alimentação, e aumentar a densidade energética da dieta neste dia pareceu refletir positivamente em explorar o período em que os animais estavam com capacidade alavancada em transformar a energia da dieta em carcaça, pois este grupo de animais terminaram apresentaram carcaças mais pesadas e melhor terminadas em termos gordura de cobertura.

Portanto, fornecer dietas de alto concentrado a bovinos Nelore confinados com adição de MON e VM até 72 dias de alimentação, e retirar a MON, deixando apenas a VM nos últimos 40 dias antes do abate aliado ao aumento de energia da dieta, aumenta o peso de carcaça dos animais em 2,6% ou 0,5@. Parece que o estabelecimento de protocolos de aditivos alimentares, no caso deste estudo envolvendo MON e VM, faz com que o status fisiológico e nutricional de bovinos em confinamento seja mais bem atendido em cada fase, o que resulta em melhores desempenhos ao final do período de confinamento.

## 6. CONCLUSÕES

Desta forma, conclui-se que a retirada de MON da dieta ao fim do período de terminação quando associada a VM, combinada ao aumento da energia da ração melhora a performance de bovinos Nelore em confinamento, pois melhorou o GPD e o PVF, entregando carcaças mais pesadas e mais acabadas, com menor custo em R\$ para cada kg de peso ganho durante o período de engorda.

## 7. REFERENCIAS

- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.
- 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.
- 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.

- BRUNS, K. W.; PRITCHARD, R. H.; and BOGGS, D. L.;..The relationships among body weight, body composition, and intramuscular fat content in steers. **Journal of Animal Science**, v82, p. 1315–1322, 2004.
- 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.
- DANIEL, J. L. P.; RESENDE JÚNIOR, J. C.; CRUZ, F. J. Participação do ruminoretículo e omaso na superfície absorptiva total do proventrículo de bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, Belo Horizonte, v. 43, p. 688-694, 2006.
- FOOTE, A. P.; HALES K. E.; KUEHN, L. A.; KEISLER, D. H.; KING, D. A.; SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L. and FREETLY, H. C. Relationship of leptin concentrations with feed intake, growth, and efficiency in finishing beef steers. *Journal of Animal Science*, v.93, p. 4401–4407, 2015.
- FOX, D. G.; SNIFFEN, C. J.; O’CORNNER, J. D. Adjusting nutrient of beef cattle for animal and environmental variations. **Journal of animal Science**, v. 66, p. 1475-1495,1998.
- FOX, D. G., L. O. TEDESCHI, T. P. TYLUTKI, J. B. RUSSELL, M. E. VAN AMBURGH, L. E. CHASE, A. N. PELLA, and T. R. OVERTON. 2004. The cornell net carbohydrate and protein system model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Anim Feed Sci Technol**. v.112, p, 29-78, 2004.
- 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. Johnson TR, Combs DK (1991) Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 74, 933—944
- 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.
- LEMONS, B. J; M.; CASTRO, F. G. F.; SANTOS, L. S.; MENDONÇA, B. P. C.; COUTO V. R. M; FERNANDES, J. J. R. Monensin, virginiamycin, and flavomycin in a no-roughage diet fed to zebu cattle. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 4307-4314, 2016.

- 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.
- MOREIRA, A. D. 2018. **Efeito do tempo de confinamento sobre o desempenho, ganho em carcaça e rendimento de desossa de bovinos nelore**. 55f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2018.
- MORETTI, M. H. **Estratégias alimentares para a recria e terminação de tourinhos Nelore**. 2015. ii, 107 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015.
- NAGARAJA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; Van NEVEL, C.J. et al. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds.) *The rumen microbial ecosystem*. 2. ed. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p. 523-632.
- 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.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6. ed. Washington: National Academy, 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC . **Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals**. Washington, DC: National Academy Press, 1987.
- NRC (National Research Council). 1996. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7.ed. Washington: National Academy Press, 242p
- OWENS, F.N., GILL, D.R., DAVID S.S. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73(10), p. 3152-3172, 1995.
- PAZDIORA, R. D.; RESENDE, F. D.; FARIA, M. H., et al. Animal performance and carcass characteristics of Nelore young bulls fed coated or uncoated urea slaughtered at different weights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 273-283, 2013.
- PEREIRA, J. R A.; JUNIOR P.R. Manual prático de avaliação nutricional de alimentos. Fundação
- 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.
- RIGUEIRO, A. L. N. 2016. Protocolos para o uso combinado de monensina sódica e virginiamicina em dietas de bovinos nelore confinados. 70f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de engenharia de Ilha Solteira, Área de conhecimento: Ciência e Tecnologia Animal, 2016.
- SAS Institute (2003) 'SAS/STAT user's guide. Release 9.1.' (SAS Institute: Cary, NC).
- ZINN, R. A.; BARRERAS, A.; CORONA, L.; OWENS, F. N.; WARE, R.A. Starch digestion by feedlot cattle: predictions from analysis of feed and fecal starch and nitrogen. **Journal of Animal Science**, v. 85(7), p. 1727-1730, 2007.

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.