

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

**FORNECIMENTO ESTRATÉGICO DE LEVEDURAS VIVAS E
MONENSINA SÓDICA NO DESEMPENHO E SAÚDE RUMINAL
EM BOVINOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO**

LUCAS DOMINGOS FERREIRA MIRANDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU - SP
Dezembro – 2017

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

**FORNECIMENTO ESTRATÉGICO DE LEVEDURAS VIVAS E
MONENSINA SÓDICA NO DESEMPENHO E SAÚDE RUMINAL
EM BOVINOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO**

LUCAS DOMINGOS FERREIRA MIRANDA
ZOOTECNISTA

Orientador: Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni

Coorientador: Profa. Dra. Cyntia Ludovico Martins

Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre.

BOTUCATU - SP

Dezembro – 2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

M672f Miranda, Lucas Domingos Ferreira, 1991-
Fornecimento estratégico de leveduras vivas e monensina sódica no desempenho e saúde ruminal em bovinos nelore terminados em confinamento / Lucas Domingos Ferreira Miranda. - Botucatu : [s.n.], 2017
79 f. : grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2017

Orientador: Mário de Beni Arrigoni
Coorientador: Cyntia Ludovico Martins
Coorientador: Danilo Domingues Millen
Inclui bibliografia

1. Bovino - Nutrição. 2. Confinamento (Animais). 3. Desempenho. 4. Aditivos - Alimentos. 5. Levedos como alimentos. 6. Carne - Qualidade. I. Arrigoni, Mário de Beni. II. Martins, Cyntia Ludovico. III. Millen, Danilo Domingues. IV. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. V. Título.

Elaborada por Maria Lúcia Martins Frederico - CRB-8:5255

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

DEDICATÓRIA

Gostaria de dedicar este trabalho especialmente aos meus pais, Amauri e Margarete pelos incentivos, apoio e amor. Aos meus avós Maria Helena, Miguel e Belmira Biella pelo apoio, força, carinho e amor. Assim como todas as outras conquistas, divido este título com vocês, sem os quais não teria chegado até aqui.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de agradecer à Deus por ter sempre me guiado e me proporcionado uma excelente estrutura familiar, com educação, limites e oportunidades para chegar, passar e concluir essa importante fase de minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni, pela confiança, amizade, ensinamentos e oportunidade de desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao Prof. Dr. Danilo Domingues Millen pela co-orientação e toda ajuda dispensada na elaboração, realização e conclusão deste projeto, além da amizade, ensinamentos e disponibilidade sempre que necessário.

À Profa. Dra. Cyntia Ludovico Martins pela co-orientação, incentivo e todo esforço para a elaboração, realização e conclusão deste projeto, e pela amizade oferecida por todos os anos que trabalhamos juntos.

À empresa ABVista, nas pessoas Dr. Rovério, Dr. Tiago e Dra. Nicola pela confiança e parceria para a realização dessa pesquisa.

Aos meus pais Amauri e Margarete por terem sempre me apoiado e incentivado em minhas decisões. Aos meus avós Maria Helena e Miguel e Belmira Biella, por terem sempre confiado em mim, me apoiando e incentivando a seguir com meus sonhos e objetivos.

Aos meus tios, Marilaine e Wesley, Marcelo e Ceila, Mateus e Regina, Salvador e Elisabete, Marisa e Luis Carlos (*in memoriam*), Afonso e Cláudia, e Olivia (*in memoriam*), e a aos meus primos Diego, Danilo, Camila, Juliana, Patrícia, Beatriz, Tânia, Debora, Heloísa, Isadora, Renata e a todo os familiares que convivo e agradeço por fazer parte dessa família incrível.

Aos meus amigos em especial, Karen, Franciele, Gabriel, Fernando Henrique, Luiz Eduardo, Edward, Letícia, Nayet, Jéssica, Thaís, Elisabeth, Erick, Patrícia, Pablo, Lucas, Germán, Cadra e todos os amigos que considero em minha vida, obrigado pelo companheirismo.

Aos amigos de equipe de pós-graduandos, Felipe Pelícia Luis, André Nagatani Rigueiro, Alexandre Perdigão, Daniela Dutra Estevam, Carolina Floret da Costa, Gabriel Fernandes de Melo, Ramon Argentini Rizzieri, Ismael de Castro Pereira, Leonardo Muller, Laís Thomaz e Maria Bethânia por todas as trocas de experiências e conhecimentos.

Aos amigos de graduação, Yuri (Salário), Ramon (Benegripe), Gabriel (Nanico), Rafael (Gavião), Olavo (Bilau), Thiago (Penetron), João (Danadinha), Heitor (Magazine), Lígia (Dragão), Márcia (Brejolândia), Ana Laura (Portera), Anelise (Enxadão), Joel (Paraguai), Camila (Piatã), Felipe (Transa), André (Bowser), Leandro (Badalo), Murilo (Giffu), Gabriel (Germino), Júlio (Dussi) e a todos os amigos e moradores da república Xilindró, ao apoio, suporte e companheiros de toda vida.

Aos alunos de graduação e em especial, Tainá (Patras), Renata (Kidó), Letícia (Preta), Gustavo (Berne), Alex (Cruzado), Conrado, Adelino (Pangaré), Leandro (Peter), Tamires, Antônio e a todos os membros da Empresa Junior NUTRIR pela disponibilidade e comprometimento junto com o trabalho.

Aos funcionários e amigos do confinamento, Cido, Wilson, Eduardo e Sidney, além de toda ajuda me acolheram permitindo um excelente ambiente de trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal em especial Carlão (*in memoriam*) e Claudemir, pela atenção, ajuda e serviços prestados. Aos demais professores e funcionários do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Departamento de Produção Animal e de outras repartições da UNESP que colaboraram na minha formação ao longo desses anos.

Aos funcionários da Pós Graduação Ellen, Seila e Claudia pela ajuda, colaboração e paciência durante esta etapa. Ao Conselho do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da UNESP Botucatu pela oportunidade de receber esse título. À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus Botucatu – SP, por ter sido meu lar durante os anos de graduação e pós-graduação, possibilitando o meu aprimoramento, tanto pessoal quanto profissional e acadêmico.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida, vigência 08/2015 a 05/2016, também à Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo 2016/02435-2 pela bolsa concedida, vigência 06/2016 a 07/2017. Gostaria de deixar claro meu agradecimento a todos que fizeram parte e contribuíram de alguma forma na realização deste projeto.

Sumário

CAPÍTULO 1	
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	11
REVISÃO DE LITERATURA	13
Microbiologia Ruminal	13
Fermentação Ruminal	15
Manipulação da fermentação ruminal.....	19
Ionóforos.....	21
Monensina.....	24
Resistência microbiana aos ionóforos e saúde humana	26
Leveduras.....	27
Referência Bibliográfica	31
CAPÍTULO 2	
FORNECIMENTO ESTRATÉGICO DE LEVEDURAS VIVAS E MONENSINA SÓDICA NO DESEMPENHO E SAÚDE RUMINAL EM BOVINOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO	38
Resumo.....	38
Abstract.....	39
1. INTRODUÇÃO.....	40
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3. RESULTADOS	51
4. DISCUSSÃO	61
5. CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
CAPÍTULO 3	
IMPLICAÇÕES	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição e conteúdo nutricional das dietas totais oferecidas aos animais durante o confinamento.....	43
Tabela 2: Desempenho produtivo de bovinos Nelore confinados submetidos a tratamentos com monensina e/ou leveduras vivas ao longo do período experimental.....	52
Tabela 3: Variação da Ingestão de massa seca (VIMS) em porcentagem (%) de bovinos Nelore confinados com monensina e/ou leveduras vivas ao longo de 90 dias experimentais.....	53
Tabela 4: Energia líquida de manutenção, ganho, e as relações entre elas para bovinos Nelore confinados com monensina e/ou leveduras vivas.....	54
Tabela 5: Perfil metabólico sanguíneo de bovinos Nelore com monensina e/ou leveduras vivas nas dietas, e em dois períodos, sendo adaptação (dia 14) e terminação (dia 33).....	55
Tabela 6: Comportamento ingestivo e seletividade da partícula de bovinos Nelore utilizando monensina e/ou leveduras vivas nas dietas.....	57
Tabela 7: Índice de rumenite, morfologia das papilas e abscesso hepático de bovinos Nelore confinados com monensina sódica e/ou leveduras vivas.....	60
Tabela 8: Histologia ruminal e índice mitótico de bovinos Nelore confinados com dietas contendo monensina e/ou leveduras vivas.....	60

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Interação de monensina com o tempo ócio nos períodos de adaptação e terminação de bovinos Nelore.....58
- Figura 2:** Interação de monensina com o tempo de alimentação nos períodos de adaptação e terminação de bovinos Nelore confinados.....58
- Figura 3:** Interação de leveduras vivas com a peneira 1 nos períodos de adaptação e terminação de bovinos Nelore.....58
- Figura 4:** Interação de leveduras vivas com a peneira 2 nos períodos de adaptação e terminação de bovinos Nelore confinados.58
- Figura 5:** Interação dos aditivos monensina e levedura para a variável de área média das papilas em nelore confinados.....61

Resumo Geral

A manipulação da fermentação ruminal é objetivo de estudos por ser uma ferramenta importante para maximizar a produtividade de bovinos confinados. Assim, os ionóforos, principalmente a monensina sódica, tem como função essa melhora no desempenho sem prejudicar a saúde ruminal dos animais confinados. Entretanto, há alguns anos a preocupação que tal mecanismo dos ionóforos fossem prejudicial a saúde humana fez com que outros aditivos, porém naturais, comesçassem a ser estudados. Nesse cenário, as leveduras vivas foram e vêm sendo estudadas para obter desempenhos satisfatórios sem que haja prejuízo na saúde do rumen e principalmente que a sua utilização seja viável. Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de leveduras vivas e monensina sódica, em associação ou não, no desempenho produtivo, características de carcaça, perfil sanguíneo, comportamento ingestivo, seletividade da partícula e saúde ruminal em bovinos Nelore terminados em confinamento. Foram utilizados 77 animais machos não castrados, provenientes de recria em sistema de pastejo contínuo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 2x2, sendo os fatores a inclusão de monensina sódica ou leveduras vivas, em que todos os tratamentos receberam a mesma dieta, diferenciando apenas na inclusão dos aditivos. O período experimental foi de 90 dias com adaptação em *step up*, aumentando o nível de concentrado da dieta de 67 até 87% na dieta de terminação. Houve efeito significativo na ingestão de massa seca para os animais do tratamento monensina, assim como na conversão e eficiência alimentar quando comparados aos tratamentos sem monensina. A levedura por sua vez não proporcionou diferença nos parâmetros de desempenho produtivo e não houve interação entre os aditivos. Os animais que receberam monensina apresentaram menor flutuação de consumo e maior energia líquida de ganho. O perfil sanguíneo dos animais tratados com monensina diferiu significativamente dos tratamentos sem monensina nos parâmetros pressão de O₂, total de CO₂ e bicarbonato, enquanto a levedura proporcionou menor lactato sanguíneo. Não houve interação entre aditivos ou entre aditivos e fases, no entanto houve diferença significativa entre as fases de adaptação e terminação para praticamente todos os parâmetros avaliados, exceto para pH, pressão de O₂ e saturação de O₂. Houve interação entre monensina e fase no comportamento ingestivo, para os parâmetros tempo de alimentação e tempo de ócio. Houve interação entre fornecimento de leveduras e fase nos parâmetros de seletividade de partículas, nas peneiras 1 e 2. Para os parâmetros de saúde ruminal, os animais dos tratamentos com monensina apresentaram maior índice de rumenites e melhores resultados para área média das papilas, área de superfície absorptiva, representatividade da participação das papilas na área de superfície absorptiva comparado com os tratamentos sem monensina. Não houve interações ou efeito do uso de levedura nos parâmetros de morfologia ruminal. Na avaliação da histologia ruminal, a monensina proporcionou maior largura das papilas, menor espessura de queratina e maior índice mitótico em comparação aos animais sem monensina. Os tratamentos com levedura obtiveram maior largura de papilas e menor índice mitótico. Houve interação para área média das papilas. Os resultados deste estudo demonstram que as leveduras vivas podem ser uma alternativa em confinamentos de bovinos Nelore quando mercados mais exigentes não permitirem a utilização de ionóforos.

Bibliografia sobre o autor

Lucas Domingos Ferreira Miranda nascido em 16 de Junho de 1991, na cidade de Aguaí – SP, cursou o ensino fundamental e médio na escola Integral em Aguaí – SP. Em março de 2010 iniciou o curso de Zootecnia pela FMVZ, na UNESP de Botucatu – SP, onde obteve o grau de zootecnista em Dezembro de 2014. Durante esse período foi bolsista de iniciação científica da Fundação de Amparo e Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP), e participou da empresa Junior de Nutrição de Ruminantes (NUTRIR) como diretor assessor de marketing e diretor presidente. Em Agosto de 2015, iniciou o mestrado em Zootecnia na área de nutrição e alimentação animal, mais especificamente em bovinos de corte, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da FMVZ, Campus de Botucatu, sendo que em Dezembro de 2017 obteve o título de mestre em Zootecnia.

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A deterioração ambiental e o esgotamento de recursos naturais, além da crescente pressão sobre a capacidade de alimentar uma população em rápido crescimento, são dois problemas que o mundo tem enfrentando ao longo dos anos (MAKIYA E TRABALLI, 2009). Para solucionar estes problemas é imprescindível o desenvolvimento de sistemas agroindústrias sustentáveis, éticos e rentáveis ao longo de toda a cadeia.

O rebanho de bovinos no Brasil está estimado em 209,13 milhões de cabeças com produção de 9,56 milhões de toneladas equivalentes de carcaça (tec), deste total a exportação representa 19,63% e em números absolutos 1,88 milhões de tec, colocando o Brasil como o segundo maior exportador de carne bovina no mundo. O número de bovinos abatidos foi de 39,16 milhões de cabeças, das quais 5,05 milhões de cabeças ou 12,9% do total foram de animais confinados (ABIEC, 2016).

Para atender à demanda mundial por carne bovina o número de confinamentos tem aumentado a cada ano (ABIEC, 2016). Por isso, fica claro que intensificação dos processos produtivos de carne necessita recorrer a ferramentas que permitam pequenos ajustes no sistema para que se possa explorar o máximo potencial produtivo dos animais.

Dentre as ferramentas, a manipulação da fermentação ruminal tem sido o objetivo de nutricionista por décadas, tendo como finalidade melhorar o desempenho produtivo de ruminantes (DILorenzo, 2004). Nagaraja et al. (1997), concluíram que a manipulação da fermentação ruminal, deve melhorar os processos benéficos e minimizar, alterar ou eliminar processos ineficientes que causem prejuízos tanto para os microrganismos do rúmen quanto para o hospedeiro.

O principal aditivo alimentar utilizado na manipulação da fermentação ruminal atualmente são os ionóforos que segundo Millen et al. (2009) são os principais aditivos alimentares utilizados nos confinamentos brasileiros. Os ionóforos podem ser classificados como antibióticos seletivos, por inibir ou deprimir o crescimento de determinados microrganismos no rúmen, modulando a fermentação ruminal e melhorando os índices produtivos, como por exemplo, ganho de peso, eficiência alimentar e desempenho (RUSSEL e STROBEL, 1989).

A ação destas substâncias no rúmen seleciona as bactérias gram-negativas, produtoras de ácido succínico ou que fermentam ácido lático e inibe as gram-positivas, produtoras dos ácidos acético, butírico e lático (MORAIS et al., 2011).

Embora mesmo com, seus benefícios, o mercado consumidor tem apresentado resistência quanto ao uso de aditivos antibióticos na produção de carne. Em países da União Europeia muito se tem discutido sobre o assunto e desde 2006 é proibido o uso de ionóforos como promotores de crescimento, por serem classificados como antibióticos. Entretanto, em um encontro da FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) organizado em Outubro de 2008, foram fixados limites máximos de utilização de aditivos (inclusive ionóforos) para a alimentação animal.

No Brasil, alguns princípios farmacêuticos não se encontram mais em comercialização e outros estão sendo retirados de forma gradual. Apesar de não haver comprovação científica, esta medida foi adotada como prevenção às possíveis relações entre o aumento da incidência de microrganismos resistentes aos antibióticos, observado na medicina humana, e o uso destas substâncias nas rações animais.

Considerando a importância da produção de carne bovina para o país, a busca por novas alternativas para substituição dos ionóforos e que melhorem o desempenho produtivo é necessária, para cumprir com uma das exigências estabelecidas pelo mercado mundial garantindo a inocuidade do produto à saúde humana.

O uso de leveduras têm sido uma alternativa para substituir os aditivos antibióticos em dietas de ruminantes, que visa diminuir os riscos de acidose ruminal e melhorar a eficiência alimentar de bovinos confinados (GOMES et al., 2010). Seu uso proporciona estabilidade do pH ruminal devido à estimulação do crescimento de bactérias consumidoras de lactato e/ou à limitação de substratos para o desenvolvimento de microrganismos produtores de ácido láctico.

Essas mudanças na população microbiana pela suplementação com leveduras favorecem a digestão ruminal, por meio da remoção de oxigênio e do fornecimento de nutrientes que estimulam o crescimento de bactérias, fungos e protozoários ruminais (MORAIS et al., 2011). A remoção do oxigênio que entra no rúmen adsorvido às partículas de alimento contribui para melhor colonização do substrato e aumento da digestibilidade, já que o oxigênio é prejudicial à aderência de bactérias ao substrato (ROGER et al., 1990).

Apesar das leveduras serem bem estudadas na atuação ruminal, muitos trabalhos são em raças de bovinos diferentes da trabalhada no Brasil, neste caso a raça Nelore, que ainda necessita de trabalhos com diferentes cepas e dosagens para que a ação deste aditivo nessas condições sejam compreendidos.

REVISÃO DE LITERATURA

Microbiologia Ruminal

A anatomia do trato digestivo de ruminantes apresenta duas particularidades em comparação aos animais monogástricos: a presença de pré-estômagos e a fermentação microbiana ruminal (FURLAN et al., 2011). Em bovinos, mais especificamente, os compartimentos são divididos em três pré-estômagos e um estômago verdadeiro, sendo estes o rúmen, retículo, omaso e abomaso, respectivamente (MEMBRIVE, 2016).

Desses compartimentos, o rúmen-retículo se destacam por serem uma câmara fermentativa apropriada para os microrganismos, devido à temperatura constante (36 a 40°C), pH em torno de 6,0 a 7,0, presença de saliva, que contribui para a manutenção do pH e para o crescimento microbiano e além disso a motilidade, que permite as bactérias e outros microrganismos entrem em contato com o substrato (KOZLOSKI, 2011; NAGARAJA, 2016). Neste ambiente existe grande número de espécies de microrganismos (KRAUSE e RUSSELL, 1996), dos quais se destacam as bactérias, protozoários, fungos e bacteriófagos (NAGARAJA, 2016).

As bactérias são as mais numerosas dentro do rúmen, chegando a 10^{10} células por grama de conteúdo ruminal (RASKIN et al., 1997; STEWART et al., 1997). O número de espécies não é conhecido, porém mais de 400 já foram encontradas (NAGARAJA et al., 1997). As bactérias em sua maioria são anaeróbicas, porém existem as facultativas, que são carregadas para o rúmen por meio da água e alimentos. No ambiente ruminal as bactérias que predominam são as gram-negativas, com 80 a 90% da população, enquanto as gram-positivas podem aumentar de 20 a 30% sua proporção quando os animais são alimentados com grãos.

As bactérias podem ser classificadas em duas categorias, as que flutuam livres pelo rúmen e as que ficam aderidas ao substrato (COSTERTON e CHENG, 1982; NAGARAJA, 2016). As flutuantes são a minoria, com aproximadamente 30% do total de bactérias, as quais tem como função colonizarem partículas de alimentos recém ingeridos, conseqüentemente as aderidas ao alimento constituem aproximadamente os 70% restantes. Há um terceiro tipo que constitui uma pequena fração, chamadas de bactérias epimorais que ficam ligados no epitélio ruminal, porém estas não contribuem significativamente para a digestão ruminal, sendo muitas destas anaeróbicas facultativas, que produzem a enzima urease (NAGARAJA, 2016).

Alguns autores dizem que as bactérias são a maioria devido a alguns aspectos como a elevada taxa de crescimentos e geração de novas bactérias (RUSSELL, 1985), predominando espécies que sintetizam enzimas que compõe as vias metabólicas mais eficientes no aproveitamento da energia proveniente do substrato (STEWART et al., 1997).

Dentre as bactérias, alguns grupos são bem visados e estudados por promoverem benefícios ou malefícios aos animais, como as fermentadoras de carboidratos estruturais, as celulolíticas, cujas espécies principais são *Ruminococcus flavefaciens*, *R. Albus* e *Fribrobacter succinogenes* (DEHORITY, 2003). As bactérias fermentadoras de carboidratos não estruturais, as amilolíticas e pectinolíticas, sendo a *Bacteroides amylophilus* a principal utilizadora de amido (MIURA et al., 1980), além da *Streptococcus bovis* (MANTOVANI e RUSSELL, 2001) e *Selenomonas ruminantium* (FLINT e BISSET, 1990). Existem também bactérias lipolíticas, proteolíticas e metanogênicas que têm sua importância devido à significativa produção de metano no rúmen (CHAUDHARY, 2009; HINDRICHSEN e KREUZER, 2009).

O ambiente ruminal é anaeróbico, com presença de alguns gases, principalmente o dióxido de carbono e metano, além de outros em pequenas quantidade como oxigênio, hidrogênio e nitrogênio. A produção de dióxido de carbono é oriunda da atividade microbiana que é neutralizada pelo bicarbonato proveniente da saliva e do sangue. O ruminante e os microrganismos tem uma relação de simbiose, pois o hospedeiro fornece substrato e a manutenção física e química para a fermentação microbiana. Em retorno os microrganismos ofertam energia, proteína e vitaminas aos animais (KRAUSE et al., 2013).

A parede celular dos vegetais representa a parte fibrosa, como a celulose que representa a principal fonte de energia aos animais herbívoros. A degradação destes compostos é consequência de um número não definido de microrganismos anaeróbios presentes no rúmen. Os microrganismos ruminais podem utilizar fontes de nitrogênio não proteico para a síntese de aminoácidos e também são capazes de sintetizar vitaminas, a partir dos substratos contidos na ração, exceto para as vitaminas A e D (STEWART et al., 1997). O resultado da degradação dos alimentos geram produção de ácidos graxos de cadeia curta, proteína microbiana e outros compostos (ARCURI et al., 2011).

A concentração de determinadas populações bacterianas, depende principalmente da composição da dieta, pois os ingredientes, sendo mais ou menos fibrosos influenciam diretamente no crescimento bacteriano (ARCURI et al., 2011).

Outros fatores que afetam o crescimento microbiano são o tamanho de partícula, o processamento utilizado e a frequência do fornecimento de alimento (CECAVA et al., 1990). A diversidade dentro do rúmen não é afetada somente pelo fator nutricional das dietas e seus componentes (CHAUCHEYRAS-DURAND et al., 2012), mas provavelmente também pela genética do animal (BENSON et al., 2010) e condições do ambiente em que se encontra (UYENO et al., 2010). Apesar de tudo que se sabe sobre essa imensa população dentro do ambiente ruminal, acredita-se que apenas 10% das espécies bacterianas foram identificadas no rúmen (NAGARAJA, 2016).

Fermentação Ruminal

A fermentação ruminal é resultado da atividade dos microrganismos, que convertem os componentes da dieta em produtos que serão utilizados pelo animal como nutrientes: ácidos graxos de cadeia curta, proteína microbiana e vitaminas do complexo B, além de substâncias como metano, CO₂ e amônia, cuja produção não é interessante para o ruminante (OWENS e GOETSCH, 1988).

Existem alguns mecanismos que afetam a fermentação, sendo o animal responsável por alguns desses mecanismos, como a alimentação, saliva e a ruminação. Outros são por meio do sangue, já que pela diferença de osmolaridade entre o sangue e o rúmen, há trocas de componentes via parede ruminal, tais como uréia, bicarbonato, água em quantidade limitada e oxigênio, que interferem nos microrganismos e consequentemente na fermentação ruminal (OWENS e BASALAN, 2016).

Todos os mecanismos citados têm o objetivo de tentar manter a homeostase do ambiente ruminal. No caso da uréia, após ser hidrolisada em amônia, ocorre o sincronismo entre energia e proteína, para que as bactérias consigam se multiplicar e produzir ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) que serão utilizados pelo animal. No entanto, a liberação de amônia no rúmen faz com que o pH do mesmo caia, porém em condições normais o bicarbonato oriundo da saliva e do sangue por difusão controla o pH, evitando a produção de ácidos nocivos que podem prejudicar as bactérias benéficas e o animal (BALDWIN e ALLISON, 1983).

Após ocorrer a fermentação e alguns produtos serem gerados, estes têm que deixar o rúmen para não causar nenhum distúrbio. Os gases, como o metano e dióxido de carbono, são retirados em sua maioria, por meio da eructação. Os AGCC e outros componentes são absorvidos no rúmen pelo epitélio ruminal ou passam direto para o próximo compartimento, dando sequência ao processo de digestão. Os minerais

ionizados e amônia deixam o rúmen através do sangue ou sistema linfático, dependendo da solubilidade destes (OWENS e BASALAN, 2016).

A dieta dos ruminantes contém diversos ingredientes que irão modificar a fermentação ruminal. Para que isso aconteça, os substratos têm que sofrer modificações na estrutura, como quebra ou rompimento da parede celular, assim os microrganismos conseguem se fixar e transformá-los em monômeros e, posteriormente, em produtos que os animais consigam utilizar. Sem este processo os alimentos se tornam limitantes para a digestão ruminal, pois existe um *lag time* para os microrganismos colonizarem e transformarem o substrato em produto da fermentação (OWENS e BASALAN, 2016).

O processamento dos alimentos é importante para reduzir o tamanho de partícula e melhorar sua biodisponibilidade por meio de mecanismos simples como quebra, com ou sem adição de vapor ou altas temperaturas (extrusão, floculação, esmagamento), ou até mesmo processos químicos, enzimáticos ou microbianos avançados como utilização de bases, ácidos, tratamento enzimático ou com inoculante. Todos estes processos são realizados para aumentar a taxa de fermentação primária, ou seja, aumentar a superfície de contato do alimento com os microrganismos, o que melhora o aproveitamento dos nutrientes contidos no alimento (OWENS e BASALAN, 2016).

A maior parte do alimento ingerido é composto por polímeros, estruturas moleculares complexas e indisponíveis às bactérias presentes no rúmen. O suprimento das necessidades nutricionais dos microrganismos depende da degradação prévia das moléculas de alimento em unidades monoméricas passíveis de serem absorvidas e metabolizadas pela célula bacteriana. No caso do amido e a celulose são degradados até mono ou dissacarídeos, e proteínas são degradadas até aminoácidos ou pequenos peptídeos, por exemplo (KOZLOSKI, 2011).

Apesar do processo de fermentação do alimento pelas bactérias ser importante para gerar energia para favorecer as mesmas, os produtos finais que irão suprir as necessidades nutricionais dos animais são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), cuja produção irá variar de acordo com o tipo de alimento fornecido, a concentração de cada alimento na dieta e as condições para ocorrer a fermentação, em particular o pH ruminal. A taxa de produção de AGCC indicará a quantidade específica de gases produzidos, retenção de energia nos produtos fermentados e a quantidade de ATP que os microrganismos utilizam para crescer (FIRKINS et al., 2007).

A produção de AGCC, principalmente dos ácidos acético, butírico e propiônico, se deve à fermentação de carboidratos, sendo o ácido acético produzido em maior proporção no rúmen, seguido do propiônico e butírico. Entretanto, dependendo do sistema de produção e da dieta, podem ser alteradas as proporções dos ácidos orgânicos produzidos, mas o acético sempre estará em maior quantidade (VALADARES FILHO e PINA, 2011).

Todo o processo de fermentação é dependente de glicose, já que uma molécula deste açúcar pode gerar 1 mol de butirato, 2 de acetato e 1 de propionato. Porém, os produtos gerados também têm resíduos de carbono que são perdidos em forma de gases (dióxido de carbono e metano), e conforme aumenta a proporção de acetato e butirato, aumenta também a produção desses gases. No entanto, dietas com altos níveis de concentrados aumentam a proporção de propionato, proporcionando redução na quantidade de gases produzidos (VALADARES FILHO e PINA, 2011).

Os produtos finais da fermentação microbiana dependem do tipo de dieta fornecida ao animal, já que os microrganismos têm afinidade por substratos específicos. Dessa forma, dietas compostas por forragens propiciarão maior desenvolvimento de bactérias celulolíticas, cuja fermentação resulta em grande produção de acetato. Em dietas compostas por amido, haverá maior população de bactérias amilolíticas, cujo maior produto da fermentação é propionato, porém em condições de pH ruminal mais baixo que as encontradas em dietas ricas em forragem (OWENS e GOETSCH, 1988).

Além do substrato que fornece energia à bactéria, a mesma necessita de proteína para que junto com o carboidrato haja um sincronismo, o qual é fundamental para os microrganismos consigam aumentar a população no ambiente ruminal. Este crescimento microbiano dentro do rúmen produz outro importante nutriente para os animais: a proteína microbiana, que resulta da quantidade de matéria orgânica digerida no rúmen e da eficiência com a qual os microrganismos utilizaram a energia em favorecimento ao seu crescimento (OWENS e GOETSCH, 1993).

A fermentação ruminal, que resulta em alto crescimento microbiano e conseqüentemente produtos desejáveis ao animal, é dependente da cinética ruminal, que envolve a digestibilidade, taxa de degradação e taxa de passagem dos alimentos no rúmen-retículo para o omaso. A degradação se dá pelo desaparecimento do alimento, resultado do contato com os microrganismos, o que influencia na digestibilidade dos substratos. Estes determinam os padrões alimentares, e por sua vez, determinam os níveis de nutrientes absorvidos pelo animal (POPPI et al., 2000).

Ainda, os mesmos autores explicaram que a taxa de degradação é uma variável importante para a taxa de passagem, pois as partículas deixam o rúmen suspensas em líquido e fatores como a condição osmótica criada pelos AGCC e a entrada de saliva por meio da ruminação ou ingestão dos alimentos geram essa interação. A taxa de passagem está relacionada ao tamanho de partícula, já que partículas de maior granulometria tendem a ficar mais tempo no rúmen, aumentando o tempo necessário para digestão, e que a taxa de passagem de líquidos sempre é maior que a taxa de passagem das partículas (OWENS e GOETSCH, 1993).

Os ruminantes, como bovinos e ovinos têm 63 e 70% da energia oriunda dos AGCC e apenas 9 e 8% da fermentação pós-gástrica, respectivamente. Outros animais, como suínos e equinos, que contam com fermentação no ceco e cólon, tem apenas 25 e 30% da energia oriunda de AGCC, respectivamente, mostrando a importância da fermentação no rúmen-retículo em comparação com a fermentação pós gástrico para os ruminantes (BERGMAN, 1990).

Ruminantes são naturalmente fermentadores de alimentos volumosos, no entanto, é difícil atender todas as exigências do animal e melhorar os índices zootécnicos com este tipo de alimento. Dessa forma, o uso de grãos e subprodutos na alimentação de ruminantes permite maior aporte de nutrientes ao animal melhorando seu desempenho produtivo. Entretanto, o uso de concentrado pode causar instabilidades na fermentação ruminal e para evitar estas instabilidades, a microbiota deve ser adaptada ao novo substrato fornecido. Mudanças abruptas na dieta podem resultar em modificações da fermentação ruminal, causando distúrbios digestivos, já que os microrganismos ruminais precisam de um período de adaptação, no qual a proporção das diferentes espécies ruminais varia de forma a se ajustar ao alimento ingerido (VALADARES FILHO e PINA, 2011).

O distúrbio digestivo mais frequentemente observado em ruminantes é a acidose ruminal, que causa severas perdas econômicas ao produtor. A acidose ruminal é definida como diminuição no pH do rúmen, que ocorre normalmente quando o fornecimento de carboidratos aumenta sem que o animal tenha sido adaptado, proporcionando maior produção de AGCC e ácido láctico pelos microrganismos. O ácido láctico está presente normalmente em baixas concentrações no rúmen, porém quando o aporte energético da dieta aumenta abruptamente, pode haver acúmulo de lactato, proporcionando queda acentuada no pH (OWENS et al., 1998).

Existem dois quadros de acidose, a aguda e a subaguda. Em quadros de acidose aguda, há elevada concentração de ácido láctico no rúmen, causando queda drástica no

pH, abaixo de 5,2 (OWENS et al., 1998), que pode desencadear problemas como endurecimento das pernas, laminite e a morte do animal, se a homeostase não for restabelecida. Em quadros de acidose subaguda o animal não apresenta sinais clínicos e os indicativos da ocorrência do distúrbio são quedas na ingestão de alimento e no desempenho. O pH médio de 5,6 é considerado o limiar entre a acidose subaguda e o rúmen saudável (GALYEAN e RIVERA, 2003). Quadros de acidose subaguda proporcionam maiores perdas econômicas do que casos de acidose aguda, devido à ausência dos sintomas de distúrbio ruminal (NOCEK, 1997).

Para evitar desvios decorrentes da atividade microbiana ruminal, como as perdas proporcionadas pela fermentação, por energia liberada tanto na forma de calor como de metabólitos, a busca por formas de manipular o ambiente ruminal é importante para maximizar a eficiência produtiva dos bovinos.

Manipulação da fermentação ruminal

Existem benefícios em controlar e manipular a fermentação ruminal, dentre eles melhorar a eficiência fermentativa, melhorando conseqüentemente a produtividade, sendo um caminho para reduzir as perdas por conta de dietas com maior quantidade de carboidrato não estrutural e menor quantidade de fibra, como as que são atualmente utilizadas em confinamentos.

Os desconfortos digestivos ocasionados pela alta taxa de fermentação ruminal, com elevada produção de ácidos, podem desequilibrar parâmetros regulados precisamente, como o pH sanguíneo, no qual mínimas variações podem levar o animal a óbito. O pH ruminal, apesar de tolerar maior variação, necessita de regulação, no intuito de evitar desequilíbrio da microbiota. Este controle é feito por meio da saliva, pelos alimentos que integram a dieta e pela retirada dos ácidos produzidos no rúmen. Caso esse processo de manter o equilíbrio ácido-básico ruminal falhar, o aproveitamento dos alimentos será menor, conseqüentemente haverá danos à saúde animal e, por fim, a eficiência produtiva sofrerá um decréscimo considerável (RODRIGUES, 2016).

Os AGCC são de suma importância na produção animal e a manipulação da dieta ofertada aos animais pode alterar não somente a quantidade total dos ácidos produzidos, mas a proporção de cada um. A proporção entre os três principais AGCC produzidos é importante, pois a eficiência em converter substrato em ATP difere entre os três principais ácidos produzidos (ORSKOV e RYLE, 1990). Os mesmos autores

mostraram que o ácido propiônico apresenta maior eficiência energética em comparação ao ácido acético e butírico.

O conhecimento da diferença na eficiência de metabolização destes ácidos é importante, porque cada um deles tem propósitos diferentes após a absorção. O ácido acético não oxidado para a geração de energia será utilizado na lipogênese tanto no tecido adiposo como na glândula mamária. O ácido propiônico é importante por ser o único ácido graxo que é convertido em glicose no fígado e, embora a glicose não seja a principal fonte de energia para os ruminantes, este atua no metabolismo energético de tecidos periféricos e nervoso, utilizando somente a glicose como fonte de energia (RODRIGUES, 2016).

No entanto, a produção de AGCC pelos microrganismos gera também produtos indesejáveis, como o metano e dióxido de carbono que o animal elimina por meio da eructação, na qual a perda de energia bruta da dieta é de 2 a 12%. Além disso, o gás metano contribui para o efeito estufa, sendo que se atribui cerca de 16% dos gases produzido no mundo à pecuária. Destes 16%, os ruminantes contribuem com 73% (WATSON et al., 1992), sendo que a fermentação ruminal pode contribuir com 33 a 39% da emissão de metano (TEDESCHI et al., 2003).

Desta forma, para maximizar a produção de compostos desejáveis na fermentação ruminal, uma alternativa é a manipulação dos alimentos utilizados na dieta. A fibra, por exemplo, é composta por celulose, hemicelulose e lignina, tendo função importante no rúmen, da mesma forma que os carboidratos não-estruturais, que são compostos altamente degradáveis no rúmen. A degradação dos carboidratos pelas enzimas microbianas produzem ácidos que diminuem o pH ruminal, porém apesar de contribuírem na acidificação ruminal, os carboidratos estruturais também contribuem para estimular a ruminação e conseqüentemente a salivação, que proporcionam tamponamento do ambiente ruminal. Deste modo, o efeito do carboidrato dependerá do tipo de estrutura da parede celular e seu conteúdo (RODRIGUES, 2016).

Os carboidratos não-estruturais não tem capacidade de estimular a ruminação devido ao pequeno tamanho de partícula. Estes são compostos por açúcares e amido, principalmente. Apesar da variação de fontes de carboidratos não estruturais, estes normalmente possuem taxa de degradação mais rápida comparada a fração mais fibrosa (PASSINI et al., 2002).

Os componentes fibrosos possuem uma fração digestível e outra não digestível, no qual tem a parcela chamada de FDN fisicamente efetivo com função de estimular a ruminação e, assim, favorecer a salivação e, portanto, o tamponamento para estabilizar

o pH ruminal, que dependendo da dieta estará baixo, devido à alta quantidade de compostos rapidamente fermentáveis produzidos. Além disso, o FDN fisicamente efetivo contribui para a motilidade ruminal, que está relacionada com uma maior mistura do bolo alimentar, o que proporciona maior contato dos microrganismos com o substrato e, conseqüentemente, maior degradação do alimento (RODRIGUES, 2016).

A mistura promove também maior contato do conteúdo ruminal com o epitélio, facilitando a absorção de AGCC devido ao maior gradiente de concentração entre o conteúdo e a superfície ruminal. Dietas com alto nível de concentrado irão produzir mais AGCC, aumentando a proporção de propionato, que incorpora mais íons de hidrogênio e está relacionado com a diminuição do pH do rúmen, além do aumento na população de bactérias gram-positivas, que são indesejáveis, já que produzem ácido lático. No entanto, menor pH melhora a absorção dos ácidos butírico e propiônico (ALLEN, 1997).

A redução do pH ruminal, apesar de benéfica para a absorção de AGCC, proporciona distúrbios digestivos, como a acidose ruminal e doenças secundárias à esta, como rumenites e abscessos hepáticos. Estes problemas podem ser controlados com avaliações práticas, como o tamanho de partícula da dieta, a porcentagem de animais ruminando, formato das fezes e a flutuação de consumo de alimento, ou aditivos que vem sendo estudados, com a finalidade de modificar o ambiente ruminal, de forma a melhorar o desempenho de bovinos em confinamento (RODRIGUES, 2016).

Os aditivos são substâncias intencionalmente adicionadas à dieta sem prejudicar o valor nutricional da mesma. Os principais aditivos utilizados em bovinos confinados são os ionóforos, leveduras, outros probióticos e óleos essenciais (MAPA, 2004).

Ionóforos

Os ionóforos são os aditivos mais pesquisados e utilizados em dietas para ruminantes (MORAIS et al., 2011). Oliveira e Millen (2014) por meio de levantamento realizado com nutricionistas de bovinos confinados no Brasil reportaram que 99,2% dos confinamentos atendidos pelos nutricionistas utilizam algum tipo de aditivo, principalmente ionóforos.

Ionóforos são definidos como substâncias químicas produzidas por microrganismos, principalmente do gênero *Streptomyces*, que aumentam a permeabilidade de membranas lipídicas a íons específicos (HANEY e HOEHN, 1967; MORAIS et al., 2011). Atualmente, são conhecidos mais de 120 tipos de ionóforos, mas

somente alguns como monensina, lasalocida, salinomicina e narasina são aprovados para uso em dietas de ruminantes (MORAIS et al., 2011).

Os ionóforos são poliéteres altamente lipolíticos, que se acumulam na membrana celular, catalisando o movimento de íons. A interferência ocorre por meio do bloqueio no transporte de prótons, que torna a reciclagem de cofatores enzimáticos difícil para a célula bacteriana (ARCURI et al., 2011). Dessa forma, a célula precisa ativar mecanismos de transporte ativo, nos quais há necessidade de uso de ATP, que resulta em gasto excessivo de energia, em consequência disso, as bactérias sensíveis aos ionóforos param de crescer ou morrem por gasto energético (PACHECO, 2010).

O mecanismo utilizado pelos ionóforos para alterar a microbiota ruminal é por meio da ligação com a membrana celular de microrganismos, normalmente bactérias, e modificação da troca de íons. Em condições normais as bactérias mantêm uma concentração interna de K^+ muito elevada, maior que o meio externo, pois essa concentração é necessária para a síntese proteica e tamponamento do pH intracelular por meio da troca K^+/H^+ (RUSSELL e STROBEL, 1989).

Os mesmos autores relataram que, quando o ionóforo entra em contato com o microrganismo, a primeira ação é a perda rápida de K^+ do meio intracelular para o meio extracelular, no qual a entrada de H^+ faz com que o pH diminua ao ponto que, para retirar o excesso de H^+ que está entrando, a célula começa a exportá-lo para o meio extracelular, permitindo a entrada de Na^+ , devido a grande afinidade que ionóforos como a monensina têm por esse elemento.

Como são as bactérias gram-positivas que sofrem esse ataque, as mesmas iniciam a utilização de transporte celular para retirar H^+ e Na^+ do meio intracelular, na tentativa de manter o equilíbrio da célula (MORAIS et al., 2011). A bomba Na^+/K^+ ATPase permite a expulsão de H^+ , porém com gasto de 1 ATP, para que mantenha o pH e o balanço iônico celular. No início deste processo, a glicose continua a ser metabolizada, porém ao longo do tempo as células mudam o metabolismo interno, na tentativa de regular o gradiente interno e o externo, perdendo desta forma a capacidade de crescimento e reprodução (RUSSELL e STROBEL, 1989).

A capacidade de troca iônica se torna ineficiente com o tempo, provocando desequilíbrio. Em virtude da maior concentração de cátions no meio intracelular e do aumento na pressão osmótica, ocorre entrada excessiva de água na célula, que incha e tende a romper. Desta forma, as bactérias acabam morrendo ou assumindo um nicho microbiano sem expressão ruminal (MORAIS et al., 2011).

As bactérias ruminais gram-negativas são mais resistentes aos ionóforos em comparação às gram-positivas, devido à composição do envoltório celular, constituído por uma parede celular e uma membrana externa de proteção, formada por proteínas, lipoproteínas e lipopolissacarídeos, que contém porinas com canais menores do que o tamanho dos ionóforos, o que impede a passagem destas substâncias. Entretanto, as bactérias Gram-positivas possuem apenas uma espessa camada de peptidoglicano, que, por ser porosa, não impede a ação de ionóforos (MORAIS et al., 2011).

A seleção de bactérias Gram-negativas no rúmen decorrente do fornecimento de ionóforos promove modificações nos padrões de fermentação ruminal, com consequente aumento na produção de propionato ruminal, redução na produção de metano, prevenção de distúrbios digestivos como a acidose ruminal, redução na proteólise ruminal (RUSSELL e STROBEL, 1989). Estas alterações ocorrem porque as bactérias que produzem ácido láctico, acético, butírico, fórmico e hidrogênio são suscetíveis aos ionóforos, enquanto bactérias produtoras de ácido succínico e propiônico e fermentadoras de ácido láctico são resistentes (MORAIS et al., 2011).

O uso de ionóforos proporciona melhora no desempenho animal, já que há um aumento na eficiência do metabolismo energético ruminal (MILLEN, 2010). A melhora da eficiência alimentar é decorrente do aumento na proporção de propionato em relação ao acetato, já que o propionato é o único AGCC que pode ser convertido à glicose, que será utilizada como fonte de energia para o animal, além da redução na produção de metano (MORAIS et al., 2011). Estes aditivos podem reduzir em até 30% a produção de metano no rúmen, reduzindo a perda de energia da dieta sob a forma de gases (RUSSELL e STROBEL, 1989).

Com relação à ingestão de massa seca, a redução ou modulação no consumo foi observada principalmente com o uso de monensina, enquanto outros ionóforos como lasalocida e salinomicina não afetam o consumo de alimento. Os mecanismos de redução da ingestão proporcionada pela monensina não estão bem elucidados (MORAIS et al., 2011). Acredita-se que o menor consumo de alimento esteja relacionado a um provável aumento no aporte energético promovido pelo aditivo, devido ao aumento na concentração de propionato disponível, resultante das alterações na população microbiana ruminal (MILLEN, 2010).

Além da melhora no desempenho, o fornecimento de ionóforos reduz a incidência de desordens digestivas em animais confinados, como a acidose láctica, cetose e timpanismo. O fornecimento de ionóforos age sobre bactérias produtoras de lactato, como *Streptococcus bovis*, *Lactobacillus*, *Butyrivubrio* e *Lachnospira*, reduzindo

a incidência de acidose, já que este distúrbio normalmente é associado ao aumento na concentração de lactato no rúmen (MORAIS et al., 2011).

Monensina

A monensina 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. Além de reduzir a produção de amônia ruminal em aproximadamente 50%, por conseguinte reduz os aminoácidos que algumas bactérias utilizam como fonte de energia (RUSSELL, 1997).

O mesmo autor observou em especial que em três espécies de bactérias, as *Clostridium sticklandii*, *Peptostreptococcus anaerobicus* e *Clostridium aminophilum* a monensina eliminou completamente as duas primeiras espécies, aumentando a produção de proteína microbiana.

As bactérias *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus spp.* são gram-positivas e produtoras de ácido láctico, portanto a monensina reduz a possibilidade de acidose láctica (NAGARAJA et al., 1997). Além disso, consumo de massa seca diminui sem alterar o ganho de peso, conseqüentemente há melhora na conversão alimentar em animais confinados (VALADARES FILHO e PINA, 2011). Autores relataram melhora no ganho de peso em até 5%, redução de consumo na ordem de 4% e melhora na conversão alimentar em até 9% (GOODRICH et. al., 1984; NAGARAJA et al., 1997; VAN AMBURGH, 1997).

A proporção de AGCC produzidos é alterada devido à ação da monensina, mas a produção total dos ácidos se mantém inalterada. A relação acetato:propionato diminui aproximadamente 65 a 72% (ROGERS et al., 1997). O efeito na produção de AGCC, no entanto, vai variar dependendo da dieta a ser utilizada no confinamento. Porém alguns estudos constataram que a monensina provoca maior efeito na proporção dos ácidos graxos, sendo o principal no propionato, quando as dietas contém maior teor de concentrado do que volumoso (POTTER et al., 1976; RAUN et al., 1976; RICHARDSON et al., 1976).

Esse efeito acontece, pois no rúmen dos animais em confinamento espera-se aumento na população de bactérias gram-positivas e em pasto maior quantidade de gram-negativas, desta forma, quando o ionóforo monensina atua, haverá maiores modificações no ambiente que contém maior proporção de concentrado, ou seja, em confinamento (HUNGATE, 1966). Outro benefício é que a monensina faz reduzir a

emissão de metano pela inibição das bactérias que produzem e fornecem H_2 e formato para a metanogênese (Mc ALLISTER et al., 1996), obtendo redução de até 25% na emissão de metano (VAN NEVEL e DENEYER, 1992), mas podendo variar de 4 a 31% (SCHELLING, 1984; RUMPHER et al., 1986).

Diversos estudos foram desenvolvidos para testar a eficiência da monensina no desempenho de animais tanto em pasto quanto em confinamento (MORAIS et al., 2011). Diferenças foram encontradas no consumo de alimento, ganho de peso e por consequência melhoria na eficiência e conversão alimentar dos animais. A redução no consumo de matéria seca está relacionada com o aumento do nível de concentrado na dieta, os autores sugeriram que quando o nível de energia é alto, principalmente nos confinamentos, o consumo é reduzido devido ao efeito fisiológico de saciedade energética, que reprime a alimentação (VARGAS et al., 2001).

Segundo Tedeschi et al. (2003), a utilização da monensina aumenta a eficiência alimentar pela redução de consumo de matéria seca sem prejudicar no ganho de peso dos animais. Os autores encontraram aumento de 1,6 a 1,8% no ganho de peso, redução de 4 a 6% no consumo de massa seca e melhora de 6 a 7,5% na conversão alimentar em bovinos confinados. A melhora na eficiência alimentar, segundo os autores, pode ser relacionada com o aumento da proporção de propionato em relação ao acetato, redução na produção de metano e na degradação da proteína da dieta.

A maioria das células expelle prótons ativamente (via ATPase) por meio 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 para importar solutos para dentro da membrana.

A monensina 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 fluxo de K^+ via monensina mais favorável que o fluxo de Na^+ . O fluxo de K^+ resulta em acúmulo de H^+ , levando ao decréscimo no pH intracelular.

Este ionóforo, diferente de outros, tem algumas particularidades que são demonstradas nos animais quando o mesmo é utilizado em suas dietas. A redução ou modulação do consumo é um efeito bem característico desse aditivo. Em animais alimentados com dietas volumosas, o decréscimo no consumo é explicado pela

diminuição na taxa de sólidos e líquidos no rúmen e conseqüente aumento do enchimento ruminal (ALLEN e HARRISON, 1979). Em dietas com alto teor de concentrado a diminuição ocorre devido ao nível energético dos produtos da fermentação, que regula o consumo. O aumento da eficiência energética favorece a redução do consumo de alimentos por satisfazerem as necessidades nutricionais do animal (VARGAS et al., 2001).

Em resposta à redução do consumo, outros parâmetros podem melhorar com o uso da monensina. O ganho de peso pode apresentar pequeno ou nenhum aumento, como descrito por Tedeschi et al. (2003), porém a relação consumo por ganho, chamada de eficiência alimentar, foi observada por estes autores como benefícios do aditivo em questão.

Essa melhora ocorre em virtude do aumento na proporção de propionato em relação ao acetato, depressão na produção de metano e na degradação da proteína da dieta. A maior disponibilidade do propionato contribui para diminuir o incremento calórico (BLAXTER e WAINMAN, 1964), poupar aminoácidos normalmente destinados para gliconeogênese (REILLY e FORD, 1974) e promover síntese de proteína corporal (POTTER et al., 1968).

Outros autores também encontraram os mesmos benefícios do uso da monensina. Uma meta-análise com 64 artigos avaliou consumo, ganho de peso e eficiência alimentar de bovinos confinados e concluíram que o consumo de massa seca apresentou redução de 3%, houve aumento no ganho médio diário de 2,5% e a eficiência alimentar melhorou em 1,3% (DUFFIELD et al., 2015).

Resistência microbiana aos ionóforos e saúde humana

Não existem trabalhos na literatura que elucidem a resistência de bactérias ao uso de aditivos ionóforos (MORAIS et al., 2011). Entretanto, apenas algumas espécies de animais podem ser suplementadas com ionóforos, e esta classe de antibiótico não é utilizada em humanos (RUSSELL e HOULIHAN, 2003).

Com relação a resíduos de ionóforos em alimentos, os ruminantes possuem enzimas hepáticas capazes de inativar ou degradar os componentes destes aditivos, além da capacidade de reciclá-los de volta para o trato gastrointestinal via bile, por meio da circulação entero-hepática. Sendo assim, ionóforos como a monensina não são identificados na carcaça (PACHECO, 2010).

Ainda assim, o uso de antibióticos na alimentação animal é considerado pela Organização Mundial de Saúde um risco à saúde humana. O uso de ionóforos foi

proibido nos países da União Europeia desde o ano de 2006 como medida de precaução, assim como a importação de produtos de origem animal provenientes de países que utilizam tais aditivos (MORAIS et al., 2011).

A produção de metano, por exemplo, como citado por Mc Allister et al. (1996), é reduzida com a utilização dos ionóforos, porém a diminuição da população de microrganismos metanogênicos tem sido temporária, sugerindo que a população resistente ao ionóforo vai sendo selecionada no rúmen conforme o uso desses aditivos (DENNIS et al., 1986). A redução de metano pode ser de até 30% nas primeiras duas semanas, mas é reduzida para 27% da segunda até a quarta semana (GUAN et al., 2006). Os autores explicam que isto acontece devido à redução dos protozoários ciliados, porém a partir da quarta semana estes microrganismos restabelecem os mesmos níveis de antes da utilização do ionóforo monensina, voltando, portanto, a produção de metano.

Desde então estratégias para evitar o uso de aditivos antibióticos tem sido pesquisadas, no intuito de buscar alternativas com a mesma eficiência encontrada pelos ionóforos. Assim, produtos naturais têm sido estudados para manipular a fermentação ruminal, dentre estes, ácidos orgânicos, ácidos graxos, leveduras, saponinas, taninos e óleos essenciais (MORAIS et al., 2011).

Leveduras

As leveduras eram consideradas probióticos e atualmente são consideradas DFM (*direct-fed microbials*), definidas pelo FDA (*Foods and Drugs Administration*) americano como “fonte natural de microrganismos vivos (viáveis)”. Por solicitação do FDA, os fabricantes de tais aditivos passaram a usar a denominação DFM em substituição ao termo probiótico (GOMES et al., 2010).

Tipicamente utilizados no Brasil na alimentação de ruminantes (OLIVEIRA e MILLEN, 2011), as leveduras são fungos unicelulares, especialmente do gênero *Saccharomyces*, utilizados tradicionalmente na fermentação de açúcar (MORAIS et al., 2011). Apesar das leveduras ocorrerem naturalmente no ecossistema microbiano do rúmen, como Lund (1974) demonstrou através da identificação de nove espécies diferentes de leveduras, a *Saccharomyces* não está entre elas, fato demonstrado por Arambel e Tung (1987), que em condições *in vitro* observaram que tanto a temperatura quanto a composição química do fluido ruminal tendem a inibir seu crescimento.

As condições ótimas para seu crescimento incluem pH de aproximadamente 4,5. Como o pH ruminal é bem superior, ela apresenta uma taxa de crescimento baixa, ocorrendo lise celular, com secreção de compostos químicos como nucleotídeos, aminoácidos e enzimas (NICODEMO, 2001). Dawson (1987) obtiveram dados de experimentos *in vitro* demonstrando que *Saccharomyces cerevisiae* poderia crescer no rúmen, sendo que Harrison et al. (1988) observaram aumento no número de leveduras de $2,5 \times 10^5$ para $4,7 \times 10^5$ /ml quatro horas após a alimentação em vacas recebendo cultura de leveduras.

Basicamente, o principal efeito da adição de culturas de leveduras em dietas de ruminantes seria uma maior estabilidade do pH ruminal, o que favoreceria o estabelecimento microbiano, das bactérias anaeróbicas em geral e das celulolíticas em particular, com consequente melhoria da degradação da fibra presente na dieta (GOMES, 2009). O mecanismo de ação que resulta em tal efeito ainda não está totalmente esclarecido, apesar das inúmeras revisões já realizadas (ROSE, 1987; MARTIN e NISBET, 1992; WALLACE e NEWBOLD, 1992; NEWBOLD et al., 1996). As leveduras proporcionam também aumento na maturidade do rúmen, estabilização do pH ruminal por meio de interações com bactérias consumidoras de lactato e aumento da degradação de fibras (CHAUCHEYRAS-DURAND et al., 2008).

Atualmente existem duas hipóteses relevantes, a que o consumo do oxigênio presente no rúmen seja característica relevante das leveduras. O oxigênio é nocivo a determinadas bactérias, que se proliferarão mais no rúmen na ausência deste gás (ROSE, 1987; NEWBOLD et al., 1996). A segunda hipótese é a utilização de lactato, apesar das leveduras *Saccharomyces* não utilizarem como substrato para seu crescimento (PANCHAL et al., 1984), pode ocorrer redução na concentração de lactato devido ao fato de que as leveduras liberam nutrientes no ambiente ruminal, como o ácido málico e outros ácidos dicarboxílicos, que estimulariam o crescimento de algumas bactérias, em especial as fermentadoras de lactato, gerando uma diminuição da concentração desse ácido no fluido ruminal, tornando o ambiente ruminal mais estável, proporcionando às bactérias celulolíticas melhor condição para a degradação da fibra presente na dieta (GOMES, 2009).

De acordo com Morais et al. (2011), as alterações na ingestão de matéria seca, na fermentação ruminal e na digestão proporcionadas pela suplementação com leveduras resultam em maior ganho de peso para os animais, em magnitude semelhante aos ionóforos.

As leveduras secretam no rúmen compostos químicos como nucleotídeos, aminoácidos, vitaminas do complexo B, ácidos orgânicos e enzimas hidrolíticas, que irão servir como fatores de crescimento para as bactérias ruminais, além de contribuírem para a nutrição do animal (MILLEN, 2010; MORAIS et al., 2011). Contudo, as leveduras não têm capacidade de se implantarem no trato gastrintestinal de ruminantes, portanto devem ser suplementadas continuamente (NEWBOLD et al., 1995).

O aumento no número de bactérias viáveis no rúmen, principalmente as celulolíticas são o efeito mais consistente do fornecimento de leveduras a ruminantes (NEWBOLD et al., 1995). Os mecanismos pelos quais as leveduras favorecem o aumento da população microbiana estão relacionados à capacidade de remoção do oxigênio, que entra em pequenas quantidades no rúmen, aderido ao alimento ou por meio da saliva (MILLEN, 2010), já que as bactérias celulolíticas tem grande sensibilidade à presença de oxigênio (NEWBOLD et al., 1996; MORAIS et al., 2011).

O fornecimento de leveduras pode proporcionar maior estabilidade do pH ruminal, por meio do estímulo ao crescimento de bactérias consumidoras de lactato (MORAIS et al., 2011). De acordo com Gattass et al. (2008), as leveduras produzem ácidos dicarboxílicos, principalmente ácido málico, que favorecem o crescimento e atividade de bactérias utilizadoras de ácido láctico. Além disso, o ácido málico atua como intermediário na conversão de lactato a propionato, tornando o pH mais elevado e estável (MORAIS et al., 2011).

O uso de leveduras pode reduzir a produção de metano no rúmen (MORAIS et al., 2011). Em estudo de Chaucheyras et al. (1995), em culturas de bactérias acetogênicas e microrganismos metanogênicos sem adição de leveduras, 19% do hidrogênio livre no rúmen foi utilizado para a síntese de acetato, e 79% para a metanogênese. Entretanto, na presença de leveduras, 70% do hidrogênio foi utilizado para a produção de acetato, o que indica que as bactérias acetogênicas foram estimuladas e mais eficientes na utilização de hidrogênio. Sendo assim, o fornecimento de leveduras é uma alternativa para diminuir a emissão de metano e melhorar o desempenho animal.

A grande maioria dos trabalhos que relata o uso de leveduras utiliza um menor número de unidades formadoras de colônia (UFC), de aproximadamente 5×10^7 (GOMES et al., 2010); 5×10^9 (BENATTI, 2014) e utilizam a dosagem de 1g/100 kg peso vivo (GATTAS et al., 2008).

Diante do exposto, o Capítulo 2, intitulado **“Fornecimento estratégico de leveduras vivas e monensina sódica no desempenho e saúde ruminal em bovinos**

Nelore terminados em confinamento” apresenta-se de acordo com as normas para publicação no periódico *Journal of Animal Science*, exceto o idioma e o posicionamento das tabelas e figuras. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho produtivo, variação da ingestão da massa seca, energia líquida, comportamento ingestivo, perfil metabólico sanguíneo, saúde ruminal e características de carcaça de bovinos Nelore confinados submetidos a diferentes aditivos, no qual a levedura tinha concentração de 2×10^{10} UFC/g, sendo assim uma concentração de leveduras vivas maior do que tem sido relatado na literatura.

Referência Bibliográfica

ALLEN, J. D.; HARRISON, D. G. The effect of dietary addition of monensin upon digestion in the stomachs of sheep. **Proceedings of the Nutrition Society**, Londres, v. 38, p. 32, 1979.

ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 80, n. 7, p. 1447-1462, 1997.

ARAMBEL, M. J.; TUNG, R. S. Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* growth in the rumen ecosystem. **Memories 19th Biennial Conference on Rumen Function**. Chicago, p. 29, 1987.

ARCURI, P. B.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. Microbiologia do rúmen. In: BERCHIELLI, T. T.; PIREZ, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, p. 115-160, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE - ABIEC. **Exportações Brasileiras de Carne Bovina**: relatório anual. São Paulo, 2016.

BALDWIN, R. L.; ALLISON, M. J. Rumen metabolismo. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 57, p. 461-477, 1983.

BENATTI, J. M. B. **Uso da levedura Yea-Sacc8417, monensina sódica e sua associação em dietas para tourinhos Nelore, alimentados com elevada proporção de concentrado**. 2014. 106 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) -Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014.

BENSON, A. K.; KELLY, S. A.; LEGGE, R.; MA, F.; LOW, S. J.; KIM, J.; ZHANG M.; OHP. L. Oh, NEHRENBURG, D.; HUA, K.; KACHMAN, S. D.; MORIYAMA, E. N.; WALTER, J.; PETERSON, D. A.; POMP, D. Individuality in gut microbiota composition is a complex polygenic trait shaped by multiple environmental and host genetic factors. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 44, p. 18933-18938, 2010.

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

BLAXTER, K. L.; WAINMAN, F. W. The utilization of the energy of different rations by sheep and cattle from maintenance and for fattening. **Journal of Agricultural Science**, v. 63, p. 113, 1964.

BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 13/2004**. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=2113570100>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

CECAVA, M. J.; MERCHEN, N. R.; GAY, L. C.; BERGER, L. L. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 73, n. 9, p. 2480-2488, 1990.

CHAUCHEYRAS, F.; FONTY, G.; BERTIN, G.; GOUET, P. In vitro H₂ utilization by a ruminal acetogenic bacterium cultivated alone or in association with an Archaea Methanogen is stimulated by a probiotic strain of *Saccharomyces cerevisiae*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 61, n. 9, p. 3466–3467, 1995.

CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; CHEVAUX, E.; MARTIN, C.; FORANO, E. Use of yeast probiotics in ruminants: Effects and mechanisms of action on rumen pH, fibre degradation, and microbiota according to the diet. In: RIGOBELLO, E. **Probiotic in animals**. Londres: InTech, p. 119-152, 2012.

CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; WALKER, N. D.; BACH, A. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 145, n. 1, p. 5-26, 2008.

CHAUDHARY, P. P. Methanomicrobium phylotype are the dominant methanogen phylotype in the Murrah buffaloes. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 48, n. 3, p. 386, 2009.

COSTERTON, J. W.; CHENG, K. J. Autochthonous population: colonization of tissue surfaces by autochthonous bacteria. In: SCHLESSINGER, D. (Ed.). **Microbiology**. Washington: A.S.M., p. 266-273, 1982.

DAWSON, K.A. Mode of action of the yeast culture, Yea-Sacc, in the rumen: a natural fermentation modifier. In: LYONS, T.P. (Ed.). **Biotechnology in the feed industry**. Nicholasville: Alltech Technical Publications, p. 119-125, 1987.

DEHORITY, B. A. Rumen Microbiology. **Nottingham University Press**, p. 372, 2003.

DENNIS, S. M.; NAGARAJA, T. G.; DAYTON, A. D. Effect of lasalocid, monensin and thiopeptin on rumen protozoa. **Research in Veterinary Science**, Oxford, v. 41, n. 2, p. 251-256, 1986.

DILORENZO, N. **Effects of feeding polyclonal antibody preparations against rumen starch and lactic-fermenting bacteria on target bacteria populations and steer performance**. 2004. 101 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -University of Minnesota, Saint Paul, 2004.

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**, Albany, v. 90, n. 12, p. 4583-4592, 2015.

FIRKINS, J. L.; YU, Z.; MORRISON, M. Ruminal nitrogen metabolism: perspectives for integration of microbiology and nutrition for dairy. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 90, p. E1-16, 2007.

FLINT, H. J.; BISSET, J. Genetic diversity in *Selenomonas ruminantium* isolated from the rumen. **FEMS Microbiology and Ecology**, Delfit, v. 73, p. 351, 1990.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, p. 1-23, 2011.

GALYEAN, M. L.; RIVERA, J. D. Nutritionally related disorders affecting feedlot cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 83, n. 1, p. 13-20, 2003.

GATTASS, C. B. A.; MORAIS, M. G.; ABREU, U. G. P.; FRANCO, G. L.; STEIN, J.; LEMPP, B. Efeito da suplementação com cultura de levedura na fermentação ruminal de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 711-716, 2008.

GOMES, C.T. **Aditivos (monensina sódica, levedura e probióticos) para bovinos de raça Nelore terminados com rações com concentrado rico em co-produtos**. 2009. 109 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) -Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

- GOMES, R. C.; ANTUNES, M. T.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; ÍTAVO, L. C. V.; LEME, P. R. Leveduras vivas e monensina em dietas de alto concentrado para bovinos: parâmetros ruminais e degradabilidade *in situ*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 1, p.202-216, 2010.
- GOODRICH, R. D.; GARRETT, J. E.; GAST, D. R.; KIRICK, M. A.; LARSON, D. A.; MEISKE, J. C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 58, n. 6, p. 1484-1498, 1984.
- GUAN, H.; WITTENBERG, K. M.; OMINSKI, K. H.; KRAUSE, D. O. Efficacy of ionophores in cattle diets for mitigation of enteric methane. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 84, p. 1896-1906, 2006.
- HANEY JR., M. E.; HOEHN, M. M. Monensin, a new biologically active compound. I. Discovery and isolation. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, Washington, v. 7, p. 349-352, 1967.
- HARRISON, G. A.; HEMKEN, R. W.; DAWSON, K. A.; HARMON, R. J.; BARKER, K. B. Influence of Addition of Yeast Culture Supplement to Diets of Lactating Cows on Ruminant Fermentation and Microbial Populations 1. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 71, n. 11, p. 2967-2975, 1988.
- HINDRICHSEN, I. K.; KREUZER, M. High methanogenic potential of sucrose compared with starch at high ruminal pH. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 93, n. 1, p. 61-65, 2009.
- HUNGATE, R. E. **The rumen and its microbes**. New York: Academic Press, 1966.
- KOZLOSKI, V. G. Bioquímica microbiana ruminal. In: AUTOR. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Ed. UFSM, v. 3, p. 140, 2011.
- KRAUSE, D. O.; NAGARAJA T. G.; WRIGHT A. D. G.; CALLAWAY, T. R. Board invited review: Rumen microbiology: leading the way in microbial ecology. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 91, p. 331-41, 2013.
- KRAUSE, D. O.; RUSSELL, J. B. How many ruminal bacteria are there? **Journal of Dairy Science**, New York, v. 79, p. 1467, 1996.
- LUND, A. Yeasts and moulds in the bovine rumen. **Journal of General Microbiology**, v. 81, p. 453-462, 1974.
- MAKIYA, I. K.; TRABALLI, R. C. Infrastructure as a key factor for the sustainability of agricultural distribution. In: **"2nd International Workshop on Advances in Cleaner Production"**, São Paulo, May, 20-21-22, 2009.
- MANTOVANI, H. C.; RUSSELL, J. B. Nisin Resistance of *Streptococcus bovis*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 67, n. 2, p. 808-813, 2001.
- MARTIN, S. A.; NISBET, D. J. Effect of direct-fed microbial on rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 75, p.1736-1744, 1992.
- McALLISTER, T. A.; CHENG, K. J.; OKINE, E. K.; MATHISON, G. W. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 76, n. 2, p. 231-243, 1996.
- MEMBRIVE, C. M. B. Anatomy and Physiology of the Rumen. In: MILLEN, D. D.; ARRIGONI, M. B.; PACHECO, R. D. L. **Rumenology**. Suíça: Springer, p. 1-38, 2016.
- MILLEN, D. D. **Anticorpos policlonais e monensina sódica na alimentação de bovinos jovens confinados com dietas de alto concentrado**. 2010. 171 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) -Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

- MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B.; GALYEAN, M. L.; VASCONCELOS, J. T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, Albany, v.87, p.3427-3439, 2009.
- MIURA, H.; HORIGUGHI, M.; MATSUMOTO, T. Nutritional interdependence among rumen bacterial, *Bacteroides amylophilus*, *Megasphaera elsdenii* and *Ruminococcus albus*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 40, p. 294, 1980.
- MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIREZ, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Editora Funep, p. 565-599, 2011.
- NAGARAJA, T. G. Microbiology of the Rumen. In: MILLEN, D. D.; ARRIGONI, M. B.; PACHECO, R. D. L. **Rumenology**. Suíça: Springer, p. 39-61, 2016.
- NAGARAJA, T. G.; NEWBOLD, C. J.; VAN NEVEL, C. J. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. 2nd ed. London: Blackie Academic, p. 523-623, 1997.
- NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J.; CHEN, X. B.; McINTOSH, F. M. Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in sheep. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, n. 6, p. 1811-1818, 1995.
- NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J.; McINTOSH, F. M. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 76, n. 2, p. 249-261, 1996.
- NICODEMO, M. L. F. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 54 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos), 2001.
- NOCEK, J. E. Bovine acidosis: implications of laminitis. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 80, p. 1005, 1997.
- OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Levantamento sobre as recomendações nutricionais e práticas de manejo adotadas por nutricionistas de bovinos confinados no Brasil: Informações gerais e adaptação. In: **48ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ)**, 2011, Anais... Belém - PA. SBZ, 2011.
- OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 197, p. 64-75, 2014.
- ORSKOV, E. R.; RYLE, M. **Energy nutrition in ruminants**. Barking: Elsevier, 149 p., 1990.
- OWENS, F. D.; BASALAN M. Ruminal fermentation. In: MILLEN, D. D.; ARRIGONI, M. B.; PACHECO, R. D. L. **Rumenology**. Suíça: Springer, p. 63-102, 2016.
- OWENS, F. D.; GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In CHURCH, D. C. (Ed.). **The ruminant Animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs, Waveland Press, p. 145-171, 1988.
- OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D. C. (Ed.). **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. 5 ed. New Jersey: Englewood Cliffs, p. 145-171, 1993.
- OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GRILL, D. R. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, n. 1, p. 275-286, 1998.

PACHECO, R. D. L. **Monensina sódica ou anticorpos policlonais contra bactérias precursoras de distúrbios nutricionais em bovinos induzidos à acidose ruminal**. 2010. 118 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) -Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 118 p., 2010.

PANCHAL, C. J.; WHITNEY, G. K.; STEWART, G. G. Susceptibility of *Saccharomyces* spp. and *Schwanniomyces* spp. to the aminoglycoside antibiotic G418. **Applied and Environmental Microbiology**, Baltimore, v. 47, p. 1164-1166, 1984.

PASSINI, R.; SILVEIRA, A. C.; RODRIGUES, P. H. M.; CASTRO, L. A.; TITTO, E. A. L.; ARRIGONI, M. B.; COSTA, C. Digestibilidade de dietas a base de grão úmido de milho ou sorgo ensilados. **Journal of animal science**, Albany, v. 24, p. 1147-1154, 2002.

POPPI, D. P.; FRANCE, J.; McLENNAN, S. R. Intake, passage and digestibility. In: THEODOROU, M. K.; FRANCE, J. (Eds.). **Feeding systems and feed evaluation models**. CAB International, p.35-52, 2000.

POTTER, E. L.; PURSER, D. B.; CLINE, J. H. Effect of various energy sources upon plasma free amino acids in sheep. **Journal of Nutrition**, Rockville, v. 95, p. 655-663, 1968.

POTTER, E. L.; RAUN, A. P.; COOLEY, C. O.; RATHMACHER, R. P.; RICHARDSON, L. F. Effect of monensin on carcass characteristics, carcass composition and efficiency of converting feed to carcass. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 43, n. 3, p. 678-683, 1976.

RASKIN, L.; CAPMAN, W. C.; SHARP, R.; POULSEN, L. K.; STAHL, D. A. Molecular ecology of gastrointestinal ecosystems. In: MACKIE, R. I.; WHITE, B. A.; ISAACSON, R. E. (Ed.). **Gastrointestinal microbiology: gastrointestinal microbes and host interactions**. New York: Chapman & Hall, v. 2, p. 243-298, 1997.

RAUN, A. P.; COOLEY, C. O.; POTTER, E. L.; RATHMACHER, R. P.; RICHARDSON, L. F. Effect of monensin on feed efficiency of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 43, n. 3, p. 670-677, 1976.

REILLY, P. E. B.; FORD, E. J. H. The effects of dietary contents of protein on amino acid and glucose production and the contribution of amino acids to gluconeogenesis in sheep. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 26, p. 24, 1974.

RICHARDSON, L. F.; RAUN, A. P.; POTTER, E. L.; COOLEY, C. O.; RATHMACHER, R. P. Effect of monensin on rumen fermentation in vitro and in vivo. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 43, n. 3, p. 657-664, 1976.

RODRIGUES, P. H. M. Control and Manipulation of Ruminant Fermentation. In: MILLEN, D. D.; ARRIGONI, M. B.; PACHECO, R. D. L. **Rumenology**. Suíça: Springer, p. 153-187, 2016.

ROGER, V.; FONTY, G.; KOMISARCZUK-BONY, S.; GOUET, P. Effects of physicochemical factors on the adhesion to cellulose avicel of the ruminal bacteria *Ruminococcus flavefaciens* and *Fibrobacter succinogenes* subsp. *succinogenes*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 56, n. 10, p. 3081-3087, 1990.

ROGERS, M.; JOUANY, J. P.; THIVEND, P.; FONTENOT, J. P. The effects of short-term and long-term monensin supplementation, and its subsequent withdrawal on digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 65, n. 1/4, p. 113-127, 1997.

- ROSE, A. H. Yeast, a microorganism for all species: a theoretical look at its mode of action. In: LYONS, T. P. (Ed.). **Biotechnology in the feed industry**. Nicholasville: Alltech Technical Publications, p. 113-118, 1987.
- RUMPLER, W. V.; JOHNSON, D. E.; BATES, D. B. The effect of high dietary cation concentration on methanogenesis by steers fed diets with and without ionophores. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 62, n. 6, p. 1737-1741, 1986.
- RUSSELL, J. B. Fermentation of cellodextrins by cellulolytic and moncellulolytic rumen bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 49, p. 572, 1985.
- RUSSELL, J. B. Mechanisms of action of ionophores. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 59, 1997, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p. 88-92, 1997.
- RUSSELL, J. B.; HOULIHAN, A. J. The ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. **FEMS Microbiology Review**, v. 27, p. 65, 2003.
- RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Minireview: Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 55, n. 1, p. 1-6, 1989.
- SHELLING, G. T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 58, p. 1518, 1984.
- STEWART, C. S.; FLINT, H. J.; BRYANT, M. P. The rumen bacteria. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. London: Blackie Academic, v. 2, p. 10-72, 1997.
- TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 32, p. 1591-1602, 2003.
- UYENO, Y.; SEKIGUCHI, Y.; TAJIMA, K.; TAKENAKA, A.; KURIHARA, M.; KAMAGATA, Y. An rRNA-based analysis for evaluating the effect of heat stress on the rumen microbial composition of Holstein heifers. **Anaerobe**, v. 16, n. 1, p. 27-33, 2010.
- VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação Ruminal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, p. 161-191, 2011.
- VAN AMBURGH, M. E. Effect of ionophores on growth and lactation in cattle. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 59, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p. 93-103, 1997.
- VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Influence of antibiotics and a deaminase inhibitor on volatile fatty acids and methane production from detergent washed hay and soluble starch by rumen microbes in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 37, p. 21, 1992.
- VARGAS, L. H.; LANA, R. D. P.; MÂNCIO, A. B.; CAMPOS, J. M. D. S.; JHAM, G. N.; FREITAS, A. W. D. P. Influência de Rumensin®, óleo de soja e níveis de concentrado sobre o consumo e os parâmetros fermentativos ruminais em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1650-1658, 2001.
- WALLACE, R. J.; NEWBOLD, C. J. Probiotics for ruminants. In: FULLER, R. (Ed.). **Probiotics, the scientific basis**. London: Chapman and Hall, p. 317-353, 1992.
- WATSON, R. T.; MEIRA-FILHO, L. G.; SANHUEZA, E.; JANETOS, T. Greenhouse gases: sources and sinks. **Climate Change**, Washington, v. 92, p. 25-46, 1992.

CAPÍTULO 2

FORNECIMENTO ESTRATÉGICO DE LEVEDURAS VIVAS E MONENSINA SÓDICA NO DESEMPENHO E SAÚDE RUMINAL EM BOVINOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO

Resumo

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de leveduras vivas e monensina sódica, em associação ou não, no desempenho produtivo, características de carcaça, perfil sanguíneo, comportamento ingestivo, seletividade da partícula e saúde ruminal em bovinos Nelore terminados em confinamento. Foram utilizados 77 animais machos não castrados, com peso vivo médio inicial de $353,23 \pm 34,89$ kg e provenientes de recria em sistema de pastejo contínuo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 2x2, sendo os fatores a inclusão de monensina ou leveduras vivas, e todos os tratamentos receberam a mesma dieta diferenciando apenas na inclusão dos aditivos. Cada tratamento foi composto por 6 baias (3 a 4 animais/baia), sendo estas consideradas as unidades experimentais para este estudo. O período experimental foi de 90 dias com adaptação em *step up*, aumentando o nível de concentrado da dieta de 67 até 87% na dieta de terminação. Os resultados foram avaliados por meio do procedimento MIXED do SAS, sendo considerado significativo $P < 0,05$. Houve efeito significativo na ingestão de massa seca para os animais do tratamento monensina ($P < 0,01$), assim como na conversão e eficiência alimentar ($P = 0,03$ e $P = 0,02$, respectivamente) quando comparados aos tratamentos sem monensina. A levedura por sua vez não proporcionou diferença nos parâmetros de desempenho produtivo e não houve interação entre os aditivos. Os animais que receberam monensina apresentaram menor flutuação de consumo ($P < 0,01$) e maior energia líquida de ganho ($P < 0,01$). O perfil sanguíneo dos animais tratados com monensina diferiu significativamente dos tratamentos sem monensina nos parâmetros pressão de O_2 ($P = 0,01$), total de CO_2 ($P = 0,03$) e bicarbonato ($P = 0,04$), enquanto a levedura proporcionou menor lactato sanguíneo ($P < 0,01$). Não houve interação entre aditivos ou entre aditivos e fases, no entanto houve diferença significativa entre as fases de adaptação e terminação para praticamente todos os parâmetros avaliados ($P < 0,01$), exceto para pH, pressão de O_2 e saturação de O_2 . Houve interação entre monensina e fase no comportamento ingestivo, para os parâmetros tempo de alimentação e tempo de ócio. Houve interação entre fornecimento de leveduras e fase nos parâmetros de seletividade de partículas, nas peneiras 1 e 2. Para os parâmetros de saúde ruminal, os animais dos tratamentos com monensina apresentaram maior índice de rumenites ($P < 0,01$) e melhores resultados para área média das papilas ($P = 0,01$), área de superfície absorptiva ($P < 0,01$), representatividade da participação das papilas na área de superfície absorptiva ($P < 0,01$) comparado com os tratamentos sem monensina. Não houve interações ou efeito do uso de levedura nos parâmetros de morfologia ruminal. Na avaliação da histologia ruminal, a monensina proporcionou maior largura das papilas ($P = 0,03$), menor espessura de queratina ($P < 0,01$) e maior índice mitótico ($P = 0,03$) em comparação aos animais controle. Os tratamentos com levedura obtiveram maior largura de papilas ($P = 0,03$) e menor índice mitótico ($P < 0,01$). Houve interação para área média das papilas ($P = 0,01$). Os resultados deste estudo demonstram que as leveduras vivas podem ser uma alternativa em confinamentos de bovinos Nelore quando mercados mais exigentes não permitirem a utilização de ionóforos.

Palavras-chave: aditivos, bovinos confinados, desempenho, epitélio ruminal.

STRATEGIC MANAGEMENT OF LIVE YEASTS AND MONENSIN SODIUM IN THE PERFORMANCE AND RUMINAL HEALTH IN NELORE BULLS FINISHED IN FEEDLOT

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of live yeasts and monensina sodium, in association or not, on the productive performance, carcass characteristics, blood profile, ingestive behavior, particle selectivity and ruminal health in Nelore cattle terminated in feedlot. A total of 77 uncastrated male animals were used, with initial average live weight of 353.23 ± 34.89 kg and from rearing in a continuous grazing system. The experimental design was a randomized complete block design in a 2x2 factorial arrangement, with the inclusion of monensin or living yeasts, all treatments received the same diet differing only in the inclusion of the additives. Each treatment consisted of 6 pens (3 to 4 animals/pen), these being considered the experimental units for this study. The experimental period was 90 days with step up adaptation, increasing the level of diet concentrate from 67 to 87% in the finishing diet. The results were evaluated through the SAS MIXED procedure, being considered significant $P < 0.05$. There was a significant effect on dry matter intake for monensin ($P < 0.03$ and $P = 0.02$, respectively) when compared to treatments without monensin. The yeast did not provide any difference in the parameters of productive performance and there was no interaction between the additives. The animals receiving monensin showed lower consumption fluctuation ($P < 0.01$) and higher net gain energy ($P < 0.01$). The blood profile of animals treated with monensin differed significantly from the treatments without monensin in the parameters O_2 ($P = 0.01$), total CO_2 ($P = 0.03$) and bicarbonate ($P = 0.04$), while yeast lowered blood lactate ($P < 0.01$). There was no interaction between the adaptation and finishing phases for practically all the evaluated parameters ($P < 0.01$), except for pH, O_2 pressure and O_2 saturation. There was interaction between monensin and phase in the ingestive behavior, for the parameters feeding time and leisure time. There was interaction between yeast supply and phase in the particle selectivity parameters in sieves 1 and 2. For the ruminal health parameters, the animals of the monensin treatments presented higher rumenites ($P < 0.01$) and better results for the mean area of the papillae ($P = 0.01$), the absorptive surface area ($P < 0.01$), representativeness of the participation of the papillae in the absorptive surface area ($P < 0.01$) compared to the treatments without monensin. There was no interaction or effect of yeast use on ruminal morphology. In the evaluation of ruminal histology, monensin provided greater papilla width ($P = 0.03$), lower keratin thickness ($P < 0.01$) and higher mitotic index ($P = 0.03$) compared to control animals. Yeast treatments obtained greater papilla width ($P = 0.03$) and lower mitotic index ($P < 0.01$). There was interaction for the mean area of the papillae ($P = 0.01$). The results of this study demonstrate that live yeasts may be an alternative in feedlots of Nelore cattle when more demanding markets don't allow the use of ionophores.

Key words: additive, feedlot cattle, performance, ruminal epithelium

1. INTRODUÇÃO

Estima-se um crescimento de 34% da população mundial até 2050, que atingirá um total de 9,1 bilhões de pessoas (FAO, 2009). Para acompanhar este aumento populacional, a demanda por alimentos também aumentará. Desta forma, é essencial intensificar a produção de alimentos e diminuir os custos, especialmente em relação à produção de carne. A nova demanda por alimentos deverá ser atendida por meio da aplicação de tecnologias e uso de aditivos, de forma a intensificar o sistema de produção, melhorando índices produtivos sem aumentar as áreas de produção e uso de recursos naturais, de maneira sustentável.

A terminação de bovinos em confinamento é uma estratégia eficiente para reduzir a área utilizada e o tempo de engorda dos animais. É crescente o uso de dietas com alto teor de grãos, como visto por Oliveira e Millen (2014), de forma a explorar ao máximo a capacidade de ganho de peso dos animais. Entretanto, quanto maior o teor energético da dieta, maior é a frequência de ocorrência de distúrbios digestivos (MILLEN, 2010). Alguns aditivos podem minimizar a ocorrência de distúrbios, por meio de manipulação da fermentação ruminal. Dentre estes aditivos, os ionóforos são os mais utilizados, sendo a monensina o aditivo alimentar o principal nos confinamentos brasileiros (MILLEN et al., 2009)

Contudo, alguns países apresentam restrições quanto ao uso de ionóforos na dieta de bovinos confinados por serem substâncias classificadas como antibióticos. Por isso, é crescente a procura de aditivos não antibióticos que previnam distúrbios digestivos e melhorem o desempenho de bovinos confinados. No Brasil, tem-se usado leveduras, tamponantes e probióticos como aditivos secundários ou alternativos aos ionóforos (MILLEN et al., 2009).

Neste cenário, torna-se importante o estudo comparativo dos efeitos do fornecimento de leveduras e de monensina na alimentação de bovinos, bem como o resultado da combinação dos dois, para verificar a possibilidade da substituição do uso de antibióticos por leveduras, para atender às novas exigências do mercado consumidor.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a utilização de leveduras vivas com alta concentração de UFC/g em associação ou não com a monensina, avaliando seus efeitos no desempenho, comportamento ingestivo, variações na ingestão de massa seca, perfil metabólico sanguíneo, e saúde ruminal de bovinos Nelore terminados em confinamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Animais e local experimental

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética no uso de animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ, sob protocolo número 168/2015. O experimento foi conduzido no confinamento experimental do Departamento de Melhoramento de Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Botucatu. Foram utilizados 77 animais machos não castrados da raça Nelore, com idades entre 22 e 28 meses, provenientes de recria em sistema de pastejo contínuo e com peso vivo médio inicial de $353,23 \pm 34,89$ kg.

Delineamento experimental

Para uma distribuição homogênea dos animais, o delineamento experimental foi em blocos casualizados separados por peso inicial, em arranjo fatorial 2x2, sendo os fatores a inclusão de monensina sódica e inclusão de leveduras vivas. Cada tratamento foi composto por 6 baias (3 a 4 animais/baia), totalizando 24 unidades experimentais. Todos os tratamentos receberam a mesma dieta basal, diferindo apenas nos aditivos fornecidos. A levedura utilizada foi a *Saccharomyces cerevisiae*, com concentração de 2×10^{10} UFC/grama. E a monensina sódica foi fornecida na concentração de 27ppm/Kg MS.

Manejo, arraçoamento e cuidados com os animais

Os animais foram submetidos à pesagem, aplicação de vacina contra clostridiose e vermifugação. Após estes processos os bovinos entraram em período pré experimental, em que estiveram instalados em baias descobertas de chão batido, com bebedouros automáticos tipo australiano. Após 7 dias em pré-adaptação os animais foram pesados, blocados de acordo com o peso e levados à instalação experimental, onde teve início o período experimental.

Na instalação experimental, os animais foram mantidos em baias de piso de concreto, bebedouro tipo concha, tendo uma lotação de três ou quatro animais por baia, cujas dimensões são 5 x 6 metros, com área de cocho de 1,66 ou 1,25m por animal, para lotações de três ou quatro animais por baia, respectivamente. Os bovinos foram submetidos a protocolo de adaptação de escadas (*step up*) com duração de 18 dias,

divididos em 3 dietas com teores de concentrado crescentes, sendo a dieta 1 fornecida por 5 dias, a dieta 2 por 4 dias e a dieta 3 por 9 dias, conforme apresentado na Tabela 1. A dieta de terminação foi fornecida por 72 dias, totalizando 90 dias experimentais.

A dieta foi formulada com auxílio do programa Large Ruminant Nutrition System 1.0.12, nível 2 - LRNS. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 9h e 15h. A dieta foi composta de feno, bagaço de cana *in natura*, milho seco quebrado, farelo de amendoim, uréia, sal mineral e aditivos dependendo do tratamento (Tabela 1). Ao longo do período experimental foram feitas amostragens da dieta para a análise bromatológica de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), e matéria mineral (MM) segundo AOAC (1990) e fibra em detergente neutro (FDN) segundo Van Soest et al. (1991). A dieta foi submetida a ajustes de quantidade diariamente, com base na quantidade de sobra nos cochos antes da primeira refeição (9h).

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

Dietas	Adaptação 1	Adaptação 2	Adaptação 3	Terminação
Nível de Concentrado (%)	67	74	80	87
Ingredientes (% MS)				
Bagaço <i>in natura</i>	16,13	16,16	13,53	11,50
Feno de <i>Coast cross</i>	14,13	9,37	5,07	1,05
Milho seco moído grosseiramente	49,41	55,04	62,02	70,63
Farelo de Amendoim	17,64	16,38	15,78	13,20
Suplemento Mineral com Uréia ¹	2,69	3,05	3,60	3,62
Conteúdo Nutricional				
MS	79,0	79,0	81,0	82,0
NDT (%MS)	72,0	73,0	76,0	78,0
PB (%MS)	15,2	15,5	15,8	13,5
FDN(%MS)	32,5	29,4	24,8	19,4
peFDN (%MS)	20,0	18,0	16,0	14,0
ELg (Mcal/kg MS)	1,07	1,12	1,19	1,24
Ca (%MS)	0,60	0,62	0,66	0,64
P (%MS)	0,35	0,34	0,35	0,36

Nota: ¹ Níveis de garantia por quilo do produto: Ca 180g; Co 30mg; Cu 750mg; S 30mg; F 350mg; P 30g; I 40mg; Mg 30g; Mn 1500mg; Se 12mg; Na 75g; Zn 3.000 mg; Vit A 150.000UI; Vit D3 15.000 UI; Vit E 3000UI; difere na inclusão de monensina sódica (27ppm) ou levedura (2 gramas), ou ambas de acordo com os tratamentos. MS: matéria seca; NDT: nutrientes digestíveis totais; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; peFDN: fibra em detergente neutro fisicamente efetivo; ELg: energia líquida de ganho; Ca: cálcio; P: fósforo.

Manejo da ingestão dos animais

Em todos os dias do período experimental, a sobra da ração foi coletada nos cochos antes do primeiro trato e pesada, permitindo a mensuração da ingestão de massa seca (IMS) de cada baia, calculada por meio da pesagem da ração oferecida aos animais e das sobras. A IMS também é expressa em porcentagem de peso vivo (IMSPV). A determinação da matéria seca (MS) da dieta foi efetuada todos os dias para avaliar o consumo diário em quilos de MS, sendo utilizado o aparelho *Koster moisture teste*.

Desempenho produtivo dos animais

No início e no final do período experimental os animais foram pesados com jejum de sólidos de aproximadamente 16 horas e a cada 28 dias todos os animais foram pesados, sem jejum, sendo descontados 4% do peso vivo (PV) observado para se obter o peso vivo enxuto. Com isso, foram calculados os GPD dos animais, utilizando-se os dados obtidos nas pesagens (BAKER e GUILBERT, 1942; STOCK et al., 1983). Aliado a isso, foi calculada a conversão alimentar (CA), que foi obtida pela divisão da IMS pela %PV e a eficiência alimentar (EA), que foi obtida pela divisão da %PV pela IMS. As pesagens intermediárias serviram para monitorar o GPD e para ajustar as percentagens dos ingredientes da dieta, se necessário.

Avaliação do Custo de Ganho de peso

A avaliação do custo de ganho de peso foi baseada em quanto custou ao animal para ganhar um quilo de peso vivo quando comparados os quatro tratamentos testados no experimento: sem aditivos, somente levedura, somente monensina e levedura com monensina. Ressaltando que os animais estavam sendo alimentados com a mesma dieta ao longo de todo o período experimental, que diferiu apenas na inclusão ou não de aditivos. O custo do ganho foi calculado conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Custo do Ganho (R\$)} = \frac{\text{Ingestão de MS (kg)} \times \text{Custo/kg de MS da Dieta (R\$)}}{\text{Ganho de Peso Vivo Diário (kg)}}$$

Variação da ingestão de massa seca

Flutuações diárias de IMS foram calculadas para cada baía durante todo o período de confinamento, utilizando metodologia proposta por Bevans et al. (2005), que foi obtida por meio da equação:

$$\text{Variação de IMS (\%)} = \frac{|\text{IMSD} - \text{IMSDA}|}{\text{IMSDA}} \times 100$$

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

Foram desconsideradas as variações calculadas no dia anterior às pesagens, no dia da pesagem e nos dois dias subsequentes, em todas as pesagens às quais os

animais foram submetidos, com o objetivo de eliminar as flutuações decorrentes do estresse causado pelo manejo. Foi obtido um valor médio de flutuação de IMS da baía.

Energia líquida de ganho

A exigência de energia de ganho e de manutenção dos animais foram calculadas seguindo metodologia do NRC (1984) e Lofgreen e Garrett (1968) com base no GPD e peso metabólico. A partir destes valores, a energia líquida (Mcal/kg de matéria seca) das dietas foram calculadas para ganho e manutenção, conforme metodologia de Zinn e Shen (1998):

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

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

$$3. ELm = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4 * a * c}}{2 * c} \text{ (ZINN e SHEN, 1998)}$$

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

em que: Eg = exigência em energia para ganho (Mcal/dia);

PC = peso corporal vazio (kg);

GPD = ganho de peso diário (kg);

Em = exigência em energia para manutenção (Mcal/dia);

ELm = energia líquida de manutenção da dieta (Mcal/kg de MS);

$b = (0,877 * Em) + (0,41 * IMS) + Eg$; IMS = consumo de matéria seca (kg);

$a = (-0,41 * Em)$;

$c = (-0,877 * IMS) + (0,41 * IMS) + Eg$;

ELg = energia líquida de ganho da dieta (Mcal/kg de MS).

As energias líquidas observadas foram relacionadas com as esperadas, contidas no programa de formulação de dietas. Para esse cálculo, foram utilizados a ELm e ELg esperadas de cada dieta (67, 74, 80 e 87%) de acordo com os dias em que estas foram oferecidas aos animais (5, 4, 9 e 72 dias), e divididas pelo número de dias de cada período observado (0-28, 0-56 e 0-90 dias).

Perfil Metabólico Sanguíneo

Amostras de sangue foram coletadas da veia jugular de dois animais por baia na adaptação (dia 14) e na terminação (dia 33), com o objetivo de detectar mudanças no perfil metabólico sanguíneo nos diferentes tratamentos durante o experimento. Seguindo a metodologia proposta por Brossard et al. (2003) foram utilizadas seringas de 1mL para as coletas de sangue. As amostras foram coletadas duas horas após o trato da manhã e analisadas em até duas horas depois de coletadas, seguindo a recomendação de Beauchemin et al. (2003). Os seguintes parâmetros sanguíneos foram determinados usando um equipamento de análise de pH e perfil metabólico sanguíneo (IL1610 Blood Gas System) imediatamente após a coleta: pH, pressão parcial de CO₂ (pCO₂), pressão parcial de O₂ (pO₂), bicarbonatos (HCO₃⁻), CO₂ total (TCO₂), excesso de bases no sangue (Beb), excesso de bases no fluido extracelular (Beecf) e saturação de oxigênio (O₂Sat) e lactato. O pH, pCO₂, pO₂ e lactato foram calculados pelo equipamento e HCO₃⁻, TCO₂, Beb, Beecf e O₂Sat foram calculados de acordo com equações do NCCLS (2002).

Comportamento ingestivo

Os animais foram submetidos à observação visual para avaliação do comportamento ingestivo a cada cinco minutos, durante período de 24 horas. As observações foram realizadas durante os períodos de adaptação (19^o dia) e terminação (41^o dia) dos animais, com o intuito de analisar se o aumento do teor de concentrado da dieta influencia no comportamento ingestivo perante ao uso de aditivos alimentares ou não. Durante as observações foram coletados dados para determinação do tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio, expressos em minutos, conforme descrito por Johnson e Combs (1991), assim como números de refeições e de visitas ao bebedouro.

As observações foram feitas por 16 observadores treinados, posicionados estrategicamente de forma a não incomodar os animais, em sistema de revezamento, sendo quatro observadores por vez (turnos de 6h), cada um observando quatro baias.

No dia de cada observação, dentro do respectivo período, foram realizadas análises bromatológicas da dieta fornecida e das sobras após 24 horas, para se determinar a quantidade de IMS pelos animais. Posteriormente, de acordo com os valores encontrados calculou-se as eficiências de alimentação e ruminação da massa seca, de acordo com as equações descritas por Carvalho et al. (2006).

Além disso, foram calculados o tempo de alimentação por refeição, utilizando o tempo de alimentação que o animal apresentou no dia da observação, dividida pelo número de refeições no dia da observação, expresso em minutos, e ingestão de massa seca por refeição, utilizando a ingestão de MS que o animal apresentará no dia da observação dividida pelo número de refeições no dia da observação, expresso em quilos.

Avaliação da seleção de ingredientes usando-se o Penn State Particle Separator (PSPS)

Nos dias de observação, amostras da dieta total e das sobras das 24 baias foram coletadas para analisar a distribuição do tamanho das partículas usando-se o PSPS (Nasco, Fort Atkinson, WI, EUA), como descrito por Heinrichs e Kononoff (1996) para se determinar a extensão da seleção, que foi expressa como um índice de seleção. A coleta foi realizada nos mesmos dias que o comportamento ingestivo foi mensurado, sendo no 19º dia para adaptação e 41º dia para a terminação. O PSPS é equipado com três caixas contendo 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.

Aproximadamente 200 g de amostra foram colocadas sobre a primeira caixa (19 mm de diâmetro), e então a PSPS será agitada conforme descrito por Heinrichs e Kononoff (1996). As frações da matéria natural das amostras retidas em cada peneira e na caixa sólida foram então pesadas para se determinar a distribuição do tamanho de partículas. 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) x a ingestão atual de matéria natural. A ingestão atual foi calculada como a quantidade de ração oferecida x a distribuição do tamanho de partículas da dieta total – a quantidade de sobras x a distribuição do tamanho de partículas das sobras (%).

Os índices de seleção de 1, menor que 1 e maior que 1, indicam: ausência de seleção, seleção contra e seleção a favor, respectivamente (LEONARDI E ARMENTANO, 2003). Cada caixa contou com um índice de seleção e foi considerada uma variável dependente na análise estatística. Discutindo-se os quatro índices de seleção em conjunto foi possível constatar quando houve seleção e se esta seleção foi mais de ingredientes concentrados ou volumosos.

Características de carcaça

Após o período de confinamento, os animais foram abatidos em frigorífico comercial, onde obteve-se o peso de carcaça quente, a partir do qual foi calculado o rendimento de carcaça, dividindo o peso da carcaça quente pelo peso vivo final do animal.

Avaliação da Saúde do Rúmen

Para o acompanhamento e avaliação da incidência de rumenites, abscessos hepáticos e morfologia das papilas do rúmen os animais foram abatidos no fim dos 90 dias previstos do experimento. Estas análises foram avaliadas por uma equipe capacitada e experiente para determinar o grau de incidência dos distúrbios.

Incidências de Rumenite e Abscesso Hepático

Para a avaliação das incidências de rumenites e abscessos hepáticos, os animais tiveram seus rumens lavados e avaliados logo após o abate. O epitélio ruminal foi classificado conforme a incidência de lesões (rumenites e hiperparaqueratose) e outras anormalidades, de acordo com a metodologia de Bigham e McManus (1975), com base em uma escala de 0 a 10 pontos conforme a fórmula:

$$\frac{\text{Área da parede ruminal lesionada (cm}^2\text{)}}{\text{Área total da parede do rúmen (cm}^2\text{)}} \times 10 = \text{Escala de 0 a 10 pontos}$$

Foi considerada na incidência de anormalidades ruminais qualquer classificação na escala de 1 a 10 pontos, sendo desconsiderada a incidência da mesma apenas em casos de classificação zero. A classificação das papilas ruminais foi feita por profissionais da UNESP – Botucatu e contou com duas pessoas treinadas para este fim. O escore final foi a média dos escores dos dois avaliadores.

Com relação aos abscessos hepáticos, estes foram classificados de acordo com a severidade dos mesmos. Essa classificação seguiu metodologia de Brink et al. (1990) e foi categorizada como: (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 pelos profissionais da UNESP – Botucatu e contou com duas

peessoas treinadas para este fim. O escore final foi a média dos escores dos dois avaliadores.

Morfologia e histologia das papilas do rúmen

Após o abate, os animais foram eviscerados e os compartimentos rúmen + retículo 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 5 cm² foi coletado da região do saco cranial do rúmen. Essas amostras foram imediatamente colocadas em frascos contendo álcool em solução a 70%. As amostras foram mantidas por três dias refrigeradas até a realização das mensurações macroscópicas da parede ruminal.

As variáveis morfológicas macroscópicas avaliadas foram: número médio de papilas por cm² de parede (NMP), área média das papilas (AMP), área total de superfície absorviva por cm² 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 realizadas pelos quatro avaliadores. A AMP foi mensurada através de imagens digitalizadas das papilas e da superfície parietal dos fragmentos coletados através do programa de análise de imagens UTHSCSA Image Tool (RESENDE JÚNIOR et al., 2006). Em cada fragmento foi analisada a área da face parietal e a área média de doze papilas seccionadas aleatoriamente da base. A ASA foi calculada pela seguinte fórmula: $1 + (NMP \cdot AMP) - (NMP \cdot 0,002)$, aonde o número 1 representa o fragmento de 1 cm² 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 a análise histológica, foram coletadas amostras de 5 cm² do recesso do saco ventral do rúmen e armazenadas em álcool em solução a 70% para fixação do material. As amostras foram desidratadas em uma série de álcoois, clarificadas com xilol, inclusas em parafina Histosec® em estufa a 65°C e por fim, foram confeccionados os blocos. Foram realizados cortes do material no micrótomo em secções de 5µm, desparafinizados com xilol hidratados em concentrações decrescentes de álcoois, corados em Hematoxilina de Harrus e Eosina, desidratados em concentrações crescentes de álcoois, clarificados com xilol e por fim selados, formando a lâmina histológica.

As mensurações histológicas foram realizadas em 10% do número médio de papilas, utilizando-se o Analisador de Imagens LeicaQwin, contido no microscópio

eletrônico de luz Leica, tendo sido as imagens de cada corte captadas por lentes objetivas em aumentos de 5x, 10x e 40x, para as análises morfológicas de: altura, largura, área das papilas ruminais, determinação do índice mitótico dos núcleos da camada basal do epitélio ruminal (IM) e mensurações da espessura da camada de queratina no epitélio ruminal (ECQ), de acordo com Costa et al. (2008).

Análise Estatística

O delineamento experimental foi blocos casualizados de acordo com o peso vivo inicial, com quatro tratamentos: T1- Controle (dieta basal), T2- Monensina (27 ppm/Kg MS), T3- Leveduras (2 gramas/animal/dia) e T4- Associação de Monensina (27 ppm) e Leveduras (2 gramas) e arranjo fatorial 2X2, sendo os fatores a levedura e a monensina. Os dados foram analisados utilizando-se o PROC MIXED do SAS (2003) por análise de variância, no caso de interação foi utilizado teste de Tukey para comparação entre as médias. Foram considerados significativos valores de $P < 0,05$.

Os dados referentes às variáveis de desempenho, energia líquida, variação diária na ingestão de massa seca, características de carcaça e saúde ruminal: morfologia e histologia foram analisados de acordo com o modelo 1 abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + Li + Mj + L*Mij + e_{ijk};$$

em que: Y_{ijk} = observação relativa à k-ésima unidade experimental (baia) do i-ésimo nível de levedura (L) e com o j-ésimo nível de monensina (M); μ = média geral; Li = efeito do i-ésimo L, em que $i = 1$: com levedura, e 2 : sem levedura; Mj = efeito do j-ésimo nível de M, sendo $i = 1$: com monensina, e 2 : sem monensina; $L*Mij$ = efeito de interação entre os efeitos de L e M; e_{ijk} = erro experimental referente à k-ésima unidade experimental do i-ésimo nível de levedura com o j-ésimo nível de monensina (0;).

Os dados referentes à perfil sanguíneo e comportamento ingestivo, os quais contaram com medidas repetidas no tempo, foram analisados de acordo com o modelo 2 abaixo:

$$Y_{ijkl} = \mu + Li + Mj + L*Mij + \delta_{ijl} + Fk + F*Lik + F*Mjk + F*L*Mijk + e_{ijkl};$$

em que: Y_{ijkl} = observação relativa à l-ésima unidade experimental (baia), no i-ésimo nível de levedura (L), com j-ésimo nível de monensina (M) e na k-ésima fase de mensuração (F); μ = média geral; Li = efeito do i-ésimo L, sendo $i = 1$: com levedura e

2: sem levedura; M_j = efeito da j -ésima M, sendo $j = 1$: com monensina e 2: sem monensina; L^*M_{ij} = efeito da interação entre o i -ésimo L e a j -ésima M; δ_{ijl} é o erro experimental "a" associado à observação Y_{ijl} ($0; \sigma^2\delta$); F_k = efeito da k -ésima fase de mensuração, sendo que para perfil sanguíneo, $k = 1$: 1ª Mensuração (14º Dia, adaptação), 2: 2ª Mensuração (33º Dia, terminação). Para o comportamento ingestivo e seletividade da partícula $k = 1$: adaptação (19º Dia) e 2: terminação (41º Dia); F^*L_{ik} = efeito da interação entre o i -ésimo L e a k -ésima fase de mensuração; F^*M_{jk} = efeito da interação entre o j -ésimo M e a k -ésima fase; $F^*L^*M_{ijk}$ = efeito da interação entre o i -ésimo L, a j -ésima M e a k -ésima fase; e_{ijkl} = erro experimental "b" associado à observação Y_{ijkl} ($0; \sigma^2e$).

3. RESULTADOS

3.1 Desempenho e características de carcaça

Os resultados de desempenho e características de carcaça estão expostos na Tabela 2. Houve efeito significativo para os animais alimentados com monensina quando comparado aos animais dos tratamentos sem este aditivo, para os parâmetros ingestão de massa seca, tanto por quilo/dia quanto em relação ao peso vivo ($P < 0,01$ em ambos), melhor conversão alimentar ($P = 0,03$) e maior eficiência alimentar ($P < 0,01$), além do custo do ganho ter sido mais baixo ($P = 0,02$). Para os animais alimentados com levedura não houve diferença em nenhum parâmetro observado em relação aos bovinos dos tratamentos sem este aditivo. As outras variáveis, como peso final, ganho de peso diário, peso de carcaça quente, rendimento de carcaça não apresentaram diferenças significativas. Não foram observadas interações entre os tratamentos.

Tabela 2: Desempenho produtivo de bovinos Nelore confinados submetidos a tratamentos com monensina e/ou leveduras vivas ao longo do período experimental

Item	Monensina ¹		Levedura ²		EPM ³	Valor de P		
	0ppm	27ppm	0g	2g		Mon ⁴	Lev ⁵	β ⁶
Peso vivo inicial, kg	353,48	352,52	351,75	354,25	14,98	0,59	0,17	0,47
Peso vivo final, kg	469,42	468,68	473,14	464,95	5,19	0,92	0,28	0,62
GPD, kg/dia	1,27	1,26	1,31	1,22	0,06	0,92	0,28	0,62
IMS ⁷ , kg/dia	9,75 ^a	8,41 ^b	9,15	9,01	0,40	<0,01	0,64	0,64
IMS, %PV ⁸	2,08 ^a	1,80 ^b	1,95	2,10	0,02	<0,01	0,72	0,40
Conversão alimentar, kg/kg	7,84 ^a	6,86 ^b	7,20	7,50	0,29	0,03	0,47	0,40
Eficiência alimentar, kg/kg	0,13 ^b	0,15 ^a	0,14	0,13	<0,01	0,02	0,23	0,41
Peso de carcaça quente, kg	256,88	253,15	258,29	251,74	2,61	0,32	0,09	0,09
Rendimento de carcaça, %	54,95	54,02	54,48	54,48	0,59	0,28	0,99	0,16
Custo/kg do PV, R\$	5,43 ^b	4,76 ^a	4,97	5,21	0,19	0,02	0,39	0,59

Nota: ^{a,b}Na linha, para cada fator, médias sem sobrescritos em comum diferem ($P < 0,05$); ¹Quantidade por quilo de massa seca; ²Quantidade por dia; ³Erro médio padrão; ⁴monensina; ⁵levedura; ⁶Interações; ⁷Ingestão de massa seca; ⁸Peso vivo.

3.2 Variação na Ingestão de Massa seca

A variação na ingestão de massa seca (VIMS) apresentou resultados melhores para os tratamentos nos quais monensina foi utilizada (Tabela 3), demonstrando que, independente do período analisado, a monensina reduz variações na ingestão de matéria seca ($P < 0,01$).

Tabela 3: Variação da Ingestão de massa seca (VIMS) em porcentagem (%) de bovinos Nelore confinados com monensina e/ou leveduras vivas ao longo de 90 dias experimentais.

Item	Monensina ¹		Levedura ²		EPM ³	Valor de P		
	0ppm	27ppm	0g	2g		Mon ⁴	Lev ⁵	I ⁶
VIMS d-28	6,43 ^b	4,46 ^a	5,50	5,39	0,42	<0,01	0,76	0,86
VIMS d-56	3,28 ^b	2,60 ^a	3,00	2,88	0,19	<0,01	0,56	0,58
VIMS d-90	2,33 ^b	1,97 ^a	2,22	2,10	0,18	<0,01	0,22	0,97

Nota: ^{a,b}Na linha, para cada fator, médias sem sobrescritos em comum diferem ($P < 0,05$); ¹quantidade por quilo de massa seca; ²quantidade por dia; ³erro médio padrão; ⁴monensina; ⁵levedura; ⁶Interações. VIMS: variação da ingestão de massa seca.

3.3 Energia Líquida

As energias líquidas tanto para manutenção quanto para ganho estão apresentada na Tabela 4. Houve diferenças significativas para os animais dos tratamentos monensina ($P < 0,01$) em todos os parâmetros avaliados, sendo estes energia líquida de manutenção (Elm), a relação da Elm com o Elm esperado (ELme), energia líquida de ganho (Elg), e a relação ELg com a Elg esperada (ELge). Para o tratamento levedura com ou sem, e a interação da monensina com levedura, não apresentaram nenhuma diferença.

Tabela 4: Energia líquida de manutenção, ganho, e as relações entre elas para bovinos Nelore confinados com monensina e/ou leveduras vivas.

Item	Monensina ¹		Levedura ²		EPM ³	Valor de P		
	Oppm	27ppm	0g	2g		Mon ⁴	Lev ⁵	Í ⁶
Elm, Mcal/kg de MS								
0-28 dias	1,56 ^b	1,91 ^a	1,76	1,72	0,07	<0,01	0,75	0,63
0-56 dias	1,65 ^b	1,89 ^a	1,79	1,74	0,05	<0,01	0,48	0,46
0-90 dias	1,77 ^b	2,01 ^a	1,91	1,86	0,04	<0,01	0,39	0,63
Elm:Elme, Mcal/kg de MS								
0-28 dias	0,86 ^b	1,06 ^a	0,97	0,95	0,04	<0,01	0,75	0,63
0-56 dias	1,09 ^b	1,25 ^a	1,19	1,15	0,03	<0,01	0,48	0,46
0-90 dias	0,95 ^b	1,08 ^a	1,02	1,00	0,02	<0,01	0,39	0,63
Elg, Mcal/kg de MS								
0-28 dias	0,96 ^b	1,27 ^a	1,13	1,10	0,07	<0,01	0,75	0,63
0-56 dias	1,03 ^b	1,25 ^a	1,16	1,12	0,04	<0,01	0,48	0,46
0-90 dias	1,14 ^b	1,35 ^a	1,27	1,22	0,03	<0,01	0,39	0,63
Elg:ELge, Mcal/kg de MS								
0-28 dias	0,81 ^b	1,08 ^a	0,96	0,93	0,06	<0,01	0,75	0,63
0-56 dias	1,04 ^b	1,25 ^a	1,17	1,12	0,04	<0,01	0,48	0,46
0-90 dias	0,93 ^b	1,10 ^a	1,03	1,00	0,03	<0,01	0,39	0,63

Nota: ^{a,b}Na linha, para cada fator, médias sem sobrescritos em comum diferem (P<0,05); ¹quantidade por quilo de massa seca; ²quantidade por dia; ³erro médio padrão; ⁴monensina; ⁵levedura; ⁶Interações; ELM: energia líquida de manutenção; ELme: energia líquida de manutenção esperada; ELg: energia líquida de ganho; ELge: energia líquida de ganho esperada; MS: massa seca.

3.4 Perfil Sanguíneo

Os valores do perfil metabólico está apresentado na Tabela 5. Quando comparado os tratamentos com e sem utilização de aditivos, os animais do tratamento com monensina obteve melhores resultados para pressão de CO₂ (P=0,01), total de CO₂ (P=0,03) e bicarbonato (P=0,04). A levedura, por outro lado, mostrou diferença para o lactato quando comparado sem esse aditivo (P<0,01). Houve diferenças significativas para os períodos, no qual a terminação apresentou valores melhores quando comparado com o período de adaptação para os parâmetros de pressão de CO₂ (P=0,01), total de CO₂ (P<0,01), excesso de bases no fluido extracelular (Becf), excesso de bases no sangue (Beb), bicarbonato e lactato (P<0,01).

Tabela 5: Perfil metabólico sanguíneo de bovinos Nelore com monensina e/ou leveduras vivas nas dietas, em dois períodos, sendo adaptação (dia 14) e terminação (dia 33).

Item	Monensina ¹		Levedura ²		Fase		EPM ³	Valor de P			
	0ppm	27ppm	0g/d	2g/d	Adap	Term		Mon ⁴	Lev ⁵	Fase	<i>f</i> ⁶
pH	7,28	7,29	7,27	7,30	7,28	7,30	0,01	0,60	0,054	0,18	NS
pCO ₂ , mm Hg	44,26	46,16	46,0	44,3	43,36 ^b	47,05 ^a	1,37	0,36	0,43	0,01	NS
pO ₂ , mm Hg	37,08 ^a	34,41 ^b	36,7	34,7	36,22	35,26	1,01	0,01	0,06	0,35	NS
tCO ₂ , mmol/L	21,87 ^b	23,34 ^a	22,2	23,0	21,20 ^b	24,01 ^a	0,59	0,03	0,24	<0,01	NS
SatO ₂ , %	56,21	52,90	55,2	53,8	54,87	54,24	1,85	0,20	0,55	0,72	NS
BEECF, mmol/L	-5,62	-4,20	-5,58	-4,24	-6,48 ^b	-3,34 ^a	0,64	0,07	0,06	<0,01	NS
BEB, mmol/L	-5,39	-4,10	-5,34	-4,15	-6,13 ^b	-3,36 ^a	0,55	0,07	0,054	<0,01	NS
HCO ₃ ⁻ , mmol/L	20,59 ^b	22,02 ^a	20,8	21,7	19,93 ^b	22,68 ^a	0,58	0,04	0,21	<0,01	NS
Lactato, mmol/L	4,90	3,91	5,67 ^a	3,63 ^b	4,86 ^a	3,94 ^b	0,33	0,06	<0,01	<0,01	NS

Nota: ^{a,b}Na linha, para cada fator, médias sem sobrescritos em comum diferem (P<0,05); ¹quantidade por quilo de massa seca; ²quantidade por dia; ³erro médio padrão; ⁴monensina; ⁵levedura; ⁶Interações; NS: não significativo; BEECF: excesso de base no fluido extracelular; BEB: excesso de base no sangue.

3.5 Comportamento ingestivo e seletividade da partícula

O comportamento ingestivo (Tabela 6) apresentou diferença significativa em alguns parâmetros avaliados. Entre os aditivos, os bovinos alimentados com monensina apresentaram efeito significativo na ingestão de massa seca, na ingestão de massa seca por refeição ($P < 0,01$ em ambos) e na eficiência alimentar da massa seca ($P < 0,01$) quando comparado aos tratamentos sem este ionóforo. Já a comparação de animais alimentados com ou sem levedura não foi observado efeito significativo. Houve interação do tratamento com monensina e as fases (figura 2 e 3) para as avaliações de tempo de alimentação e ócio ($P < 0,01$ em ambos). O comportamento apresentou diferenças entre adaptação e terminação, no tempo de ruminação ($P < 0,01$), tempo de alimentação ($P < 0,01$) e tempo de ócio ($P < 0,01$), tempo de alimentação por refeição ($P = 0,01$), eficiência alimentar e de ruminação na massa seca ($P < 0,01$, em ambos) e a eficiência de ruminação do FDN ($P = 0,02$).

Com relação à seletividade de partículas (Tabela 6), os tratamentos com monensina apresentaram diferença na bandeja ($P = 0,04$), já os tratamentos com levedura não foi observado nenhuma diferença significativa. No entanto houve interação entre levedura e fase (figura 4 e 5) para a peneira 1 ($P = 0,03$) e peneira 2 ($P = 0,03$). Quando comparado as fases de adaptação e terminação, observou efeito significativo para a peneira 1 ($P < 0,01$), peneira 2 ($P < 0,01$) e bandeja ($P < 0,01$).

Tabela 6: Comportamento ingestivo e seletividade da partícula de bovinos Nelore utilizando monensina e/ou leveduras vivas nas dietas.

Item	Monensina ¹		Levedura ²		Fase			Valor de P			
	0ppm	27ppm	0g	2g	Adap	Term	EPM ³	Mon ⁴	Lev ⁵	Fase	ρ ⁶
Ingestão de Massa Seca, kg	9,82 ^a	8,33 ^b	8,93	9,22	9,03	9,12	0,39	<0,01	0,30	0,76	NS
Ingestão de MS por refeição, kg	0,76 ^a	0,61 ^b	0,67	0,70	0,67	0,70	0,03	<0,01	0,53	0,52	NS
Idas ao Cocho, n/dia	13,36	14,08	13,74	13,69	13,88	13,56	0,57	0,38	0,95	0,70	NS
Idas ao Bebedouro, n/dia	4,95	5,12	5,10	4,96	5,43	4,63	0,39	0,67	0,72	0,05	NS
Tempo de Ruminação, min/dia	269,8	263,86	272,50	261,17	312,91 ^a	220,76 ^b	11,80	0,64	0,38	<0,01	NS
Tempo de Alimentação, min/dia	209,0	221,93	218,58	212,37	228,97 ^a	201,98 ^b	8,24	0,26	0,58	<0,01	Y
Tempo em Ócio, min/dia	952,3	946,57	942,12	956,79	891,82 ^b	1007,09 ^a	15,75	0,70	0,34	<0,01	Y
TAREF, min/dia	16,07	16,12	16,39	15,79	17,02 ^a	15,17 ^b	0,73	0,59	0,96	0,01	NS
EA da MS, min/kg da MS	21,56 ^b	26,75 ^a	25,20	23,10	25,68 ^a	22,63 ^b	1,09	<0,01	0,53	<0,01	NS
EA da FDN, min/kg da MS	22,33	26,21	25,06	23,48	24,12	24,41	2,12	0,18	0,57	0,85	NS
ER da MS, min/kg da MS	27,68	31,56	31,10	28,16	34,92 ^a	24,32 ^b	1,28	0,05	0,14	<0,01	NS
ER da FDN, min/kg da MS	29,04	32,21	31,29	29,96	33,68 ^b	27,57 ^a	3,86	0,43	0,74	0,02	NS
Seletividade da Partícula											
Peneira 1 (19mm)	1,02	1,04	1,02	1,05	0,97 ^b	1,10 ^a	0,02	0,49	0,49	<0,01	X
Peneira 2 (8mm)	1,03	1,04	1,02	1,05	0,99 ^b	1,08 ^a	0,01	0,48	0,18	<0,01	X
Peneira 3 (1,18mm)	1,00	1,01	1,01	1,00	1,00	1,01	<0,01	0,08	0,06	0,13	NS
Bandeja	0,97 ^a	0,94 ^b	0,96	0,96	0,99 ^a	0,92 ^b	0,01	0,04	0,69	<0,01	NS

Nota: ^{a,b}Na linha, para cada fator, médias sem sobrescritos em comum diferem; ¹quantidade por quilo de massa seca; ²quantidade por dia; ³erro médio padrão; ⁴monensina; ⁵levedura; ⁶Interações; NS: não significativo; ADAP: adaptação; TERM: terminação; TAREF: tempo de alimentação por refeição; EA: eficiência alimentar; ER: eficiência de ruminação; MS: massa seca; FDN: fibra em detergente neutro; Y: Mon*Fase, X: Lev*Fase. Seletividade da partícula é escore menor que 1, igual a 1 e maior que 1.

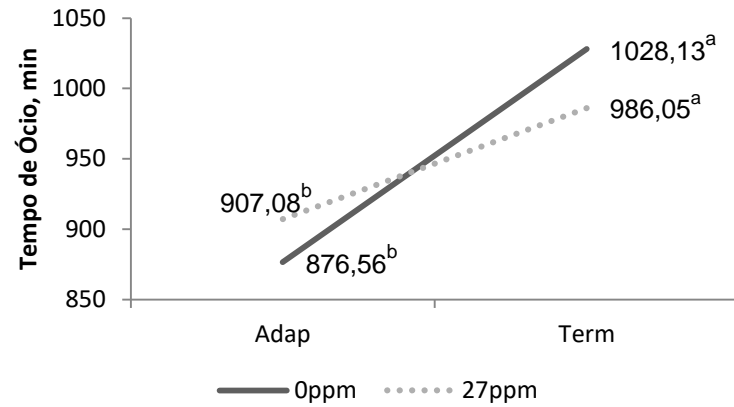


Figura 1: Interação de monensina com o tempo ócio nos períodos de adaptação e terminação de bovinos Nelore.

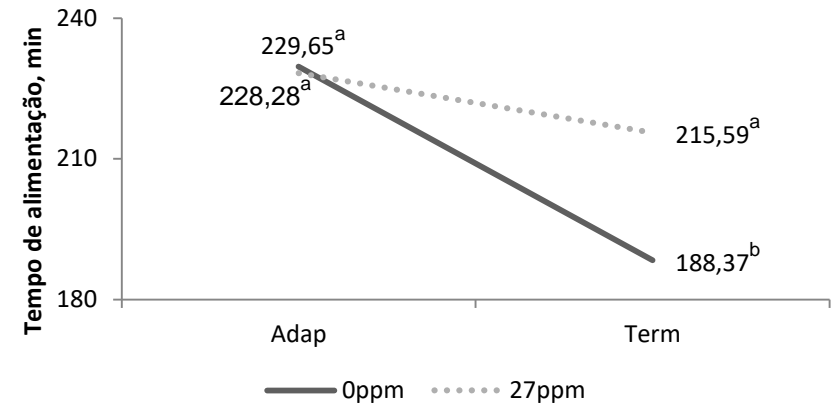


Figura 2: Interação de monensina com o tempo de alimentação nos períodos de adaptação e terminação de bovinos Nelore confinados

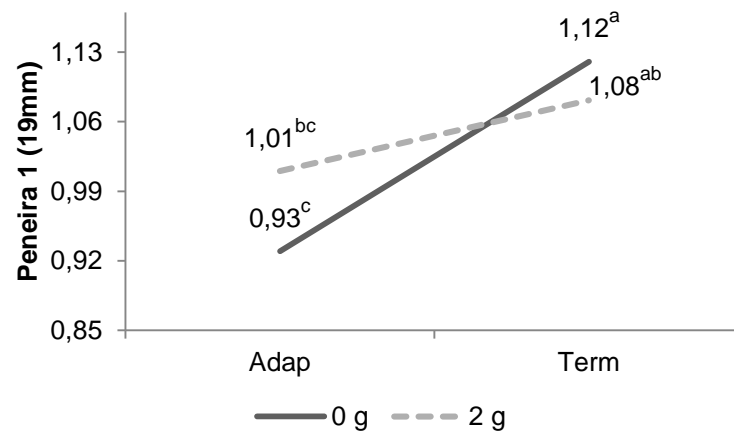


Figura 3: Interação de leveduras vivas com a peneira 1 nos períodos de adaptação e terminação de bovinos Nelore.

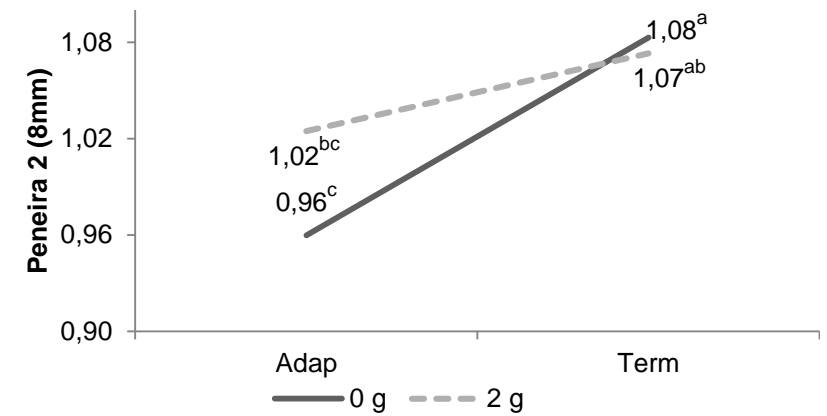


Figura 4: Interação de leveduras vivas com a peneira 2 nos períodos de adaptação e terminação de bovinos Nelore confinados.

3. 6 Morfologia e Histologia ruminal

Na Tabela 7 estão descritos os dados de rumenites, morfologia ruminal e abscessos hepáticos. Os animais alimentados com monensina apresentaram diferença significativa para o índice de rumenite ($P < 0,01$) quando comparado com os tratamentos sem este aditivo. A monensina nas avaliações morfológicas apresentou diferença para quase todos os parâmetros ($P < 0,01$) exceto o número médio de papilas (NMP, $P = 0,23$). Os bovinos alimentados com levedura não apresentaram nenhum efeito significativo nos parâmetros morfológicos e de rumenites, assim como não houve interação entre os tratamentos. Não houve diferença na incidência de abscessos hepáticos para nenhum dos tratamentos avaliados.

Alguns parâmetros de histologia ruminal (Tabela 8) apresentaram resultados significativos para os animais dos tratamentos com monensina. A largura de papilas ($P = 0,03$) foi maior, a espessura de queratina (ECQ, $P < 0,01$) foi menor e o índice mitótico ($P = 0,03$) foi maior quando comparados aos animais dos tratamentos sem esse aditivo. Para os tratamentos com ou sem leveduras observou-se efeito significativo na largura de papila ($P = 0,03$), a qual foi maior quando adicionado esse aditivo, e para o índice mitótico ($P < 0,01$) que foi menor para os bovinos dos tratamentos com levedura. Houve também interação entre monensina e levedura para a avaliação de área média de papilas ($P = 0,01$). Os animais que não receberam aditivos apresentaram a mesma área média de papila que os animais tratados com monensina+levedura, e estes dois tratamentos apresentaram maior área que o tratamento com levedura. O tratamento com monensina não diferiu dos demais.

Tabela 7: Índice de rumenite, morfologia das papilas e abscesso hepático de bovinos Nelore confinados com monensina sódica e/ou leveduras vivas.

Item	Monensina ¹		Levedura ²		EPM ³	Valor de P		
	0ppm	27ppm	0g/d	2g/d		Mon ⁴	Lev ⁵	I ⁶
Índice de rumenite	0,94 ^b	1,71 ^a	1,26	1,39	0,17	<0,01	0,58	0,73
Morfologia das papilas ruminais								
AMP, cm ²	0,47 ^b	0,57 ^a	0,51	0,53	0,02	0,01	0,51	0,33
ASA, cm ²	30,02 ^b	38,63 ^a	32,70	35,95	1,36	<0,01	0,07	0,29
NMP, n/cm ²	65,65	69,43	65,37	69,71	2,18	0,23	0,17	0,60
RPSA, %	96,97 ^b	97,47 ^a	97,14	97,29	0,10	<0,01	0,31	0,88
Abscesso hepático	Ne ⁵	Ne	Ne	Ne	Ne	-	-	-

Nota: ^{a,b}Na linha, para cada fator, médias sem sobrescritos em comum diferem (P<0,05); ¹quantidade por quilo de massa seca; ²quantidade por dia; ³erro médio padrão; ⁴monensina; ⁵levedura; ⁶Interações; ⁵Não encontrado; AMP: área média de papilas, ASA: área de superfície absorptiva, NMP: número médio de papilas, RPSA: representatividade da participação das papilas na área de superfície absorptiva. Índice de rumenite escore de 0 a 10.

Tabela 8: Histologia ruminal e índice mitótico de bovinos Nelore confinados com dietas contendo monensina e/ou leveduras vivas.

Item	Monensina ¹		Levedura ²		EPM ³	Valor de P		
	0ppm	27ppm	0g/d	2g/d		Mon ⁴	Lev ⁵	I ⁶
Altura de papilas, mm	4,00	4,09	3,99	4,09	0,15	0,65	0,59	0,06
Largura de papilas, mm	0,45 ^b	0,49 ^a	0,45 ^b	0,49 ^a	0,01	0,03	0,03	0,46
Área média de papilas, mm ²	10,27	10,43	10,47	10,23	0,37	0,71	0,56	0,01
ECQ, µm	17,98 ^a	16,37 ^b	16,70	17,65	0,38	<0,01	0,09	0,84
Índice mitótico, %	3,79 ^b	4,49 ^a	4,83 ^a	3,47 ^b	0,26	0,03	<0,01	0,30

Nota: ^{a,b}Na linha, para cada fator, médias sem sobrescritos em comum diferem (P<0,05); ¹quantidade por quilo de massa seca; ²quantidade por dia; ³erro médio padrão; ⁴monensina; ⁵levedura; ⁶Interações; ECQ: espessura da camada de queratina.

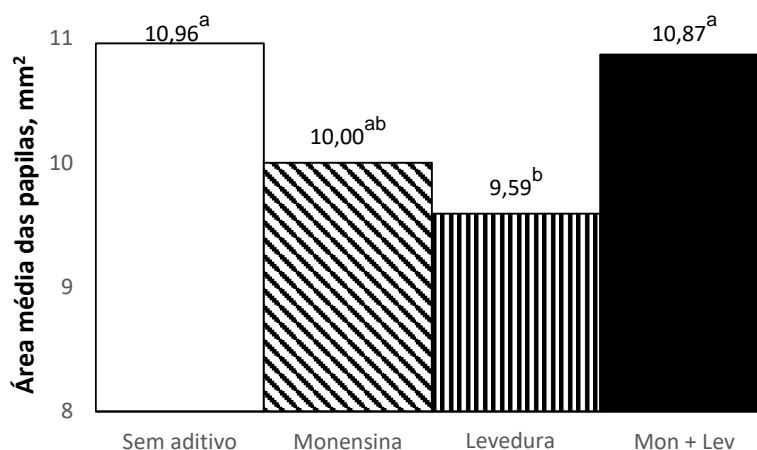


Figura 5: Interação entre os tratamentos com leveduras vivas e monensina sódica para a área média de papilas de bovinos Nelore confinados.

4. DISCUSSÃO

4.1 Desempenho e características de carcaça

A utilização de monensina conseguiu melhorar os índices produtivos dos animais. Tal afirmação foi verificada com o uso médio de 28mg/kg de massa seca (MS) por dia de monensina, que conseguiu melhorar a conversão e eficiência alimentar dos bovinos (DUFFIELD et al., 2015), corroborando com o presente experimento.

Além disso, houve redução no consumo de massa seca desses animais, ocorrendo um efeito cascata nos parâmetros relacionados a este. O menor consumo está relacionado a um provável aumento no aporte energético promovido pelo aditivo monensina, devido ao aumento na concentração ruminal de propionato disponível, resultante das alterações na população microbiana do rúmen (VARGAS et al., 2001; ALLEN et al., 2009).

Wood et al. (2016) estudaram diferentes doses de monensina, incluindo um tratamento controle sem o aditivo e o peso final não diferiu entre eles. Da mesma forma, neste estudo parâmetros relacionados como peso, rendimento e ganho em carcaça não apresentaram diferenças significativas. Porém o custo do ganho, devido ao menor consumo e manutenção do ganho de peso diário, foi reduzido, ou seja, o animal conseguiu ser mais eficiente em consumir menos alimento e ganhar mais peso com o uso da monensina, em comparação ao tratamento sem esse aditivo.

Já os animais alimentados com leveduras, quando comparados com tratamentos sem sua utilização, não apresentaram alteração no desempenho produtivo. O consumo foi elevado devido a levedura não ter a característica de deprimi-lo, como ocorre com a

monensina. Isso pode ser explicado pela remoção do oxigênio do rúmen (WALLACE, 1994), o que proporciona um ambiente mais favorável ao desenvolvimento bacteriano, resultando em melhor taxa de degradação de fibras, maior aporte de nitrogênio no duodeno e, conseqüentemente, maior consumo de alimento (GOMES et al., 2009).

A maior degradação de fibra é decorrente da melhora no ambiente ruminal para as bactérias celulolíticas, o que eleva a população bacteriana (NEWBOLD et al., 1995; LILA et al., 2004). Fatores que podem influenciar o maior consumo são a palatabilidade, devido a produção de ácido glutâmico que melhora o sabor dos alimentos (ROSE, 1987), maior taxa de degradação de fibra e taxa de passagem (WALLACE e NEWBOLD, 1992; NEWBOLD et al., 1996). Um último fator seria a modulação do pH ruminal, devido ao pH ruminal ser menor com dietas altamente fermentescíveis, a produção do ácido láctico será maior, porém as leveduras *Saccharomyces* conseguem liberar substâncias propícias para bactérias consumidoras desse ácido, melhorando assim, o ambiente ruminal, podendo também estimular o apetite dos animais (HILLMAN et al., 1985; FALLON e HARTE, 1987; HUGHES, 1988; WILLIAMS, 1989).

Os indicadores de conversão e eficiência alimentar dos tratamentos levedura corroboraram com autores que observaram aumento na ingestão de alimentos, mas sem efeito na eficiência alimentar dos animais (ADAMS et al., 1981; EDWARDS et al., 1990; WILLIAMS et al., 1991; MUTSVANGWA et al., 1992).

Embora, tenha sido observado melhoria na eficiência alimentar dos animais tratados com monensina sódica, não houve diferença no peso vivo final e de peso de carcaça dos animais. Mir e Mir (1994) não encontraram diferenças no desempenho de bovinos que receberam leveduras, assim como Hutchinson et al. (1992) que além do desempenho semelhante, não verificaram nenhum efeito do uso de leveduras na saúde ruminal. O ganho de peso, independente do aditivo utilizado, apresentou resultados semelhantes demonstrados também por Hassan et al. (1996), que utilizaram leveduras e alto teor de concentrado na dieta. Pesquisadores testaram a utilização de monensina e levedura combinadas ou não, e não verificaram diferença nesses parâmetros (KUSS et al., 2008; FERREIRA et al., 2009).

Erasmus et al. (2009) apresentaram uma meta-análise que encontrou diferença significativa no ganho de peso de bovinos suplementados com levedura em relação ao tratamento sem este aditivo, porém não houve diferença para nenhum parâmetro relacionado à monensina ou a interação entre leveduras e monensina.

Os dados de desempenho e característica de carcaça podem ser altamente influenciados pelas doses de aditivos utilizadas e a dieta fornecida (WALLACE, 1994).

Desta forma, a monensina já tem doses bem estudadas e determinadas, bem como situações apropriadas para uso, porém a levedura apresenta resultados ainda bem controversos, havendo necessidade de padronização de doses e linhagens a serem utilizadas, para permanecer como uma opção viável aos ionóforos, sem causar perdas aos produtores (GOMES et al., 2009).

4.2 Variação da Ingestão de Massa seca

A ingestão de massa seca é a variável que afeta de modo mais significativo o desempenho dos animais (WALDO e JORGENSEN, 1981). Desta forma, 60 a 90% do desempenho pode ser explicado por esta variável e somente 10 a 40% são atribuídos a digestibilidade dos nutrientes (MERTENS, 1994).

Devido à maioria dos nutrientes na bovinocultura de corte serem destinados a atender as exigências de manutenção, pequenas alterações no consumo podem proporcionar limitações tanto no desenvolvimento quanto no ganho de peso, impedindo assim que o animal expresse seu potencial genético, além de possibilitar o surgimento de problemas sanitários e digestivos (AZEVEDO et al., 2010).

Alguns estudos mostram que as flutuações na ingestão de massa seca abaixo de 10% não influenciam no desempenho e saúde ruminal (GALYEAN et al., 1992; COOPER et al., 1998; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN e MOYA, 2015). Em experimento simulando uma flutuação diária de 10%, pesquisadores encontraram uma redução de 6% no ganho de peso e aumento de 7% na conversão alimentar, atribuindo este resultado à instabilidade do pH ruminal (GALYEAN et al., 1992).

Schwartzkopf-Genswein et al. (2004) estudaram flutuações de ingestão de massa seca em bovinos em fase de terminação com dieta de alto teor de concentrado, utilizando um grupo com consumo constante de ração e outro com 10% de flutuação tanto acima quanto abaixo do grupo constante, por dias consecutivos. Os resultados obtidos demonstraram que o ganho de peso, eficiência alimentar e tempo despendido ao cocho diferiram significativamente entre si. Os autores encontraram efeitos de flutuações no metabolismo ruminal, havendo diferença entre os tratamentos para o pH do rúmen, que foi mais baixo para os animais submetidos à flutuações de consumo.

Uma meta-análise dividiu bovinos confinados em dois grupos, de alta e baixa flutuação com base na mediana dos valores de flutuação de 5,62%. O autor verificou que o grupo de alta flutuação, cuja média foi inferior a 10%, apresentou desempenho e ganho em musculatura inferiores ao grupo que apresentou menos flutuações na ingestão (PEREIRA, 2016). O mesmo autor explicou que esta flutuação não foi alta o

suficiente para alterar os padrões de perfil metabólico sanguíneo e parâmetros de saúde ruminal, constatando que o desempenho inferior causado pela flutuação não tem relação somente com o surgimento de quadros de distúrbios metabólicos.

Assim, no presente estudo a monensina obteve os menores valores de flutuação de consumo, demonstrando maior controle da fermentação ruminal e por isso uma baixa variação na ingestão de massa seca diária. Apesar da levedura não ter obtido diferença significativa entre os tratamentos, a flutuação observada não chega aos 10% que os autores citados sugerem influenciar no desempenho e saúde ruminal, sendo um dos motivos que talvez esse parâmetro não tenha tido tanta influência nos dados coletados.

4.3 Energia Líquida

Como os aditivos promovem melhorias na fermentação e manipulação da microbiota do rúmen, o uso destes faz com que a energia líquida seja mais elevada. No presente estudo, os tratamentos com monensina apresentaram maiores energia líquida de manutenção e ganho do que tratamentos sem monensina. Tais resultados podem ter ocorrido devido a este aditivo promover melhor eficiência de bactérias que utilizam ingredientes concentrados, sendo assim uma maior disponibilidade de energia ao animal para o ganho, sendo explicado por Lanna e Medeiros (2007), que afirmam que em dietas cujo teor de energia é alto, ocorre um aumento da disponibilidade de energia promovido pelo uso de aditivos como a monensina, fazendo com que muitas vezes um menor consumo forneça a mesma quantidade de energia do que em dietas sem o uso destes aditivos.

O uso de leveduras não proporcionou efeitos na energia líquida para manutenção e ganho. Apesar do uso de leveduras proporcionar melhor ambiente para desenvolvimento de bactérias fermentadoras de fibras (NEWBOLD et al., 1995; LILA et al., 2004), as alterações ruminais podem não ter sido suficientes a ponto de melhorar a disponibilidade de energia. Desta forma, como este parâmetro não deve ser avaliado sem considerar o desempenho dos animais, os resultados são coerentes já que as leveduras não proporcionaram melhoria no ganho de peso ou peso vivo final.

4.4 Perfil Sanguíneo

O perfil metabólico sanguíneo é um indicativo importante de como está a adaptação dos animais à dieta. A análise hemogasométrica avalia determinados parâmetros sanguíneos para determinar como o animal está respondendo à dieta

utilizada. Sendo assim, o pH sanguíneo é uma referência de saúde ruminal metabólica e no presente estudo, independente dos tratamentos e das fases, todos os animais demonstraram estar em acidose metabólica considerada moderada, cuja classificação varia de 7,25 a 7,30 (RADOSTIST et al., 1995).

Quando as fases foram comparadas, houve diferenças na pressão de CO₂ (pCO₂), total de CO₂ (TCO₂), bicarbonato, excesso de bases no fluido extracelular (Beecf), excesso de bases no sangue (Beb) e lactato. Os valores mais elevados para os indicativos de CO₂, tanto a pressão como o total, além do bicarbonato, demonstram que o animal possivelmente foi bem adaptado à dieta, pois quanto maiores estes valores, menor a possibilidade de casos de acidose metabólica (CARLSON, 1997).

Diferente dos resultados obtidos no presente estudo, Brown et al. (2000) verificaram redução na pCO₂ quando o nível de concentrado da dieta oferecida foi aumentado para 87%. Entretanto, Apper-Bossard et al. (2006) não encontraram diferença na mesma variável quando a dieta passou para 70% de concentrado. Foram propostos como um parâmetro de normalidade da pCO₂ os valores entre 35mmHg a 44mmHg (CARLSON, 1997). No presente estudo, independente da fase, os valores ficaram dentro ou bem próximos do preconizado por Carlson (1997), e possivelmente essa variação foi causada devido à influência de outros parâmetros, já que indicadores de perfil metabólico sanguíneo não devem ser analisados individualmente.

Para o TCO₂, Carlson (1997) considerou que valores aceitáveis variam entre 24 mmol/L e 29 mmol/L, desta forma no presente estudo a fase de terminação apresentou valores dentro deste intervalo e maiores que na adaptação. Além disso, teores de bicarbonato e TCO₂ seguem tendências paralelas, sendo que o primeiro é considerado 95% do valor da TCO₂ ($TCO_2 = \text{Bicarbonato} + pCO_2 * 0,03$). Quadros de acidose ou alcalose metabólica proporcionarão diminuição ou aumento dos teores de bicarbonato e de TCO₂, respectivamente (SARTI, 2010).

Os parâmetros de excesso de bases (Beb e Beecf), são medidos pelo excesso de ácido-base, determinados pela quantidade de ácido clorídrico necessário para atingir o pH 7,4, em uma situação de pCO₂ de 40 mmHg e temperatura de 37°C. O excesso de bases indica essencialmente a quantidade de tampões existentes no sangue e, quanto mais negativos forem os valores, maior será o grau de acidose metabólica (SARTI, 2010). Desta forma, a terminação apresentou valores mais próximos de zero e, segundo Carlson (1997), os dois fatores em condições normais estão entre $0,0 \pm 2,00$ mmol/L. Para os aditivos utilizados, não houve diferença significativa, porém ambos os aditivos apresentam valores altos, possivelmente relacionados ao pH um pouco mais baixo do

que é considerado normal. Reduções da Beb e Beecf foram relatados por vários autores quando grandes mudanças nas dietas são promovidas (FAVERDIN e BAREILLE, 1999; BROWN et al., 2000; BROSSARD et al., 2003), que foram diferentes do presente estudo.

Para pressão de O_2 (pO_2) e saturação de oxigênio ($SatO_2$) foram encontradas diferenças somente na pO_2 , quando comparados o tratamento com ou sem adição de monensina, porém como os dados são bem escassos na literatura e estes parâmetros podem variar entre 30 mmHg a 100 mmHg (CARLSON, 1997), o mesmo ocorrendo para $SatO_2$. Segundo Sarti (2010), a pO_2 informa sobre a eficiência da oxigenação realizada nos alvéolos pulmonares. Desta forma, altos níveis de pO_2 podem ser um indicativo de um quadro acidótico, devido a um aumento na taxa respiratória como consequência do acúmulo de ânions no sangue, os quais estão presentes em grande quantidade em dietas com alto teor de concentrado (ROSS et al., 1994). Apesar da diferença apresentada pelo uso de monensina, a pO_2 dos tratamentos com levedura e ambas as fases estão baixas, próximo de 30 mmHg. Assim, como a $SatO_2$ não tem valores basais específicos (CARLSON, 1997), esta corresponde ao percentual de hemoglobina que está ligado ao sangue, sendo assim valores muito baixos indicam uma aumento da extração de oxigênio do sangue (SARTI, 2010).

O lactato apresentou diferença entre as fases avaliadas, sendo menor na terminação, indicando que os animais foram adaptados devido a esse menor valor e, possivelmente, pela maior quantidade de bactérias que consumiram o lactato. Com relação aos tratamentos, a levedura obteve diferenças significativas quando comparada a tratamentos sem aditivo, já que um dos principais efeito da leveduras é o favorecimento de bactérias que consomem lactato (CHAUCHEYRAS-DURAND et al., 2008), devido a secreção de compostos químicos como nucleotídeos, aminoácidos, vitaminas do complexo B, (MILLEN, 2010; MORAIS et al., 2011), bem como ácido málico, que favorecem o crescimento de bactérias utilizadoras de lactato (GATTASS et al., 2008).

4.5 Comportamento ingestivo e seletividade da partícula

O estudo do comportamento ingestivo dos ruminantes tem três objetivos, avaliar os efeitos do arraçoamento ou da quantidade e qualidade nutritiva de forragens sobre o comportamento ingestivo, estabelecer a relação entre comportamento ingestivo e consumo voluntário e verificar o uso potencial do conhecimento do comportamento ingestivo para melhorar o desempenho animal (ALBRIGHT, 1993).

Muitos pesquisadores vêm realizando estudos para confirmar a hipótese de que os animais conseguem fazer escolhas alimentares que melhor atendem às necessidades metabólicas ou fisiológicas (RONCHESEL, 2012). Tais escolhas não teriam como base apenas as exigências nutricionais, mas também o que o animal julga ser melhor para o seu próprio organismo (FERREIRA, 2003).

No presente estudo houve diferença significativa entre as fases. Durante a terminação forneceu-se uma dieta com maior nível de concentrado, que proporcionou menores tempos de ruminação e alimentação e, conseqüentemente, o tempo em que os animais estiveram em ócio aumentaram, corroborando com estudo de Carvalho et al. (2006), que afirmaram que animais consumindo dietas ricas em concentrado gastam em torno de duas horas para se alimentar, já em animais alimentados com dietas ricas em volumosos este tempo pode ser de até seis horas.

Sendo assim, de maneira semelhante, o tempo despendido em ruminação é influenciado pela natureza da dieta e possivelmente pelo teor proporcional da parede celular dos alimentos volumosos, ocorrendo maior tempo de ruminação na fase adaptação, devido ao maior teor de volumosos na dieta (VAN SOEST, 1994).

O tempo em ócio foi maior na fase de terminação, pois conforme diminui o teor de fibra nas rações, esse parâmetro tende a se elevar (CARVALHO et al., 2006). Em estudo com bezerros recebendo diferentes níveis de concentrado, variando de 30 a 90%, os autores relataram que o tempo de ócio aumentou de forma linear conforme o nível de concentrado da dieta foi aumentando (BURGUER et al., 2000).

Comparando ainda as fases, o tempo de alimentação por refeição (TAREF) foi maior para animais na adaptação, bem como as eficiências de alimentação e ruminação da massa seca (MS). Isso se deve principalmente ao tempo de ruminação e tempo de alimentação, que influenciam diretamente nos cálculos dessas variáveis.

O tempo de alimentação (Figura 2) mostrou que os tratamentos sem monensina apresentaram menor valor, devido provavelmente à um maior desequilíbrio ruminal nos animais que não receberam este aditivo, corroborando com Mariani (2010) que explica que animais em fase de terminação, consumindo pouca fibra, podem apresentar esse decréscimo no tempo em alimentação, por não conseguirem um tamponamento ruminal adequado. O tempo em ócio (Figura 1), em conseqüência, foi maior durante a terminação, quando se diminuiu o teor de fibras na dieta, com ou sem o uso da monensina.

Para o parâmetro da seleção de partículas, os bovinos não têm os botões gustativos na mesma porção das papilas gustativas, responsáveis pela percepção de

sabor (RONCHESEL, 2012), sendo essa característica responsável em conferir a seleção primária dos alimentos por meio da degustação, ao contrário dos outros ruminantes nos quais esta seleção é realizada pelo olfato (BERCHIELLI et al., 2006). O hábito de selecionar os alimentos pode ser alterado caso o animal tenha uma mudança fisiológica, como o estado ruminal, em magnitude suficiente que o animal consiga detectar (KYRIAZAKIS et al., 1999). As preferências por determinado ingrediente da ração ofertada aos animais podem mudar ao longo do tempo (ATWOOD et al., 2001).

Ainda assim, os animais selecionadores podem aprender a diminuir o tamanho das refeições ou a quantidade ingerida para evitar desconforto da indigestão (RONCHESEL, 2012). O mesmo autor sugere a hipótese que bovinos confinados possam apresentar maior atividade de seleção em favor dos ingredientes volumosos em relação aos concentrados caso os mesmos tenham passado por quadro de acidose aguda ou subaguda.

O presente estudo corrobora com Ronchesel (2012), já que durante a fase de terminação os animais são submetidos a maior desafio, que envolve a saúde ruminal com aumento da energia da dieta e proporção do concentrado de 87%, observando que os animais selecionaram partículas com maior tamanho e menor porção de farelo restante no fundo da peneira quando comparado a fase de adaptação. Para os tratamentos seja com ou sem monensina ou leveduras e a interação entre eles, não houveram diferenças no presente experimento.

Porém houve interação entre a adição ou não da levedura e as fases (Figura 3 e 4). Durante a fase de terminação, os tratamentos com adição de leveduras selecionaram a favor da granulometria das peneiras 1 e 2, ou seja, a favor do consumo de fibras, enquanto os tratamentos sem este aditivo selecionaram contra a peneira 1 e 2, provavelmente devido às leveduras proporcionarem um ambiente ruminal propício às bactérias e microrganismos que fermentam fibras, além de outros microrganismos que auxiliam na maior produção de propionato dentro do rúmen. O tratamento sem leveduras apresentou menor seleção a favor de fibras durante a adaptação, provavelmente devido ao não favorecimento do grupo de bactérias celulolíticas, além do maior teor de fibras na dieta.

4.6 Morfologia e Histologia ruminal

Apesar de a avaliação de perfil sanguíneo ter mostrado um pH sanguíneo fora dos padrões normais, sendo um pH acidótico, o índice de rumenites demonstrou que, apesar do maior valor encontrado para os animais tratados com monensina, isso não

refletiu em um quadro de acidose ruminal, devido os valores obtidos serem considerados baixos, pois foram menores que 2 pontos, em uma escala de 0 a 10 (BIGHAM e McMANUS, 1975).

Para se adaptarem a um novo ambiente de fermentação proporcionado pela dieta, as papilas demoram de 5 a 7 dias para se desenvolverem (BROWN e MILLEN, 2009). Com o aumento da entrada de substrato no rúmen, há também aumento na fermentação microbiana e na produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), sendo importante que a taxa de absorção desses ácidos seja alta, para que o acúmulo excessivo de AGCC no fluido ruminal não desencadeie quadros de acidose (BARKER et al., 1995).

O propionato e o butirato parecem ser mais estimuladores do crescimento papilar que o acetato (VAIR et al., 1960). Alta produção de butirato, no entanto, parece ser indesejável do ponto de vista de integridade e atividade metabólica da parede ruminal em razão dos efeitos diretos indesejáveis desse ácido sobre a proliferação e a queratinização das células epiteliais (GÁLFI et al., 1993).

Nas avaliações morfológicas, a monensina apresentou maiores valores para AMP, ASA e RPSA, o que pode ser atribuído a maior fermentação ruminal e maior produção de propionato que é responsável por promover o crescimento de papilas ruminais metabolicamente ativas (COSTA et al., 2008).

Para complementar os resultados relativos à saúde do rúmen, a análise da histologia das papilas apresentou resultados coerentes com a morfologia, já que os animais que consumiram monensina apresentaram maior largura de papila, menor espessura de queratina e maior índice mitótico, resultado que realça que este aditivo consegue manipular a fermentação ruminal beneficiando a saúde do rúmen. A levedura proporcionou melhores resultados para a largura da papila e pior índice mitótico, porém não afetou o desempenho dos animais. Houve interação entre o fornecimento de leveduras e monensina para a área média da papila, na qual o tratamento controle foi semelhante ao tratamento com a combinação dos aditivos (Figura 5). Isso pode ser explicado devido ao rigoroso controle da dieta ofertada e da sobra, já que a flutuação na ingestão de massa seca foi abaixo dos níveis preocupantes. Os animais tratados com leveduras apresentaram menor área de papilas em comparação aos tratamento controle e com combinação de aditivos, porém não foram observados problemas no desempenho já que estes valores não interferiram na absorção total, possivelmente devido ao maior consumo de massa seca do tratamento com leveduras, que permitiu manter ganhos satisfatórios e, com relação à monensina, apesar do consumo reduzido

os animais conseguiram manter o ganho de peso devido ao maior aporte energético dentro do rúmen.

Os trabalhos que avaliam a morfologia e histologia ruminal em bovinos Nelores alimentados com diferentes aditivos são escassos. Rigueiro (2016) testou diferentes combinações de monensina e virginiamicina e observou que a morfologia ruminal não diferiu em nenhum tratamento testado, porém na análise da histologia o autor observou que no índice mitótico o tratamento com a combinação dos aditivos durante período total de confinamento obteve melhores resultados quando comparado com animais recebendo apenas monensina no período total, e o tratamento com virginiamicina na adaptação e combinado com monensina na terminação.

Foram realizados estudos sobre adaptação à dietas em confinamento, utilizando animais da raça Nelore, com diferentes períodos de adaptação, por 21, 14, 9 ou 6 dias, com dois protocolos de adaptação, em *step up* e restrição. Os autores observaram que os parâmetros de saúde ruminal dos animais alimentados com alto teor de concentrado foram melhores para adaptação em *step up*, com período de 14 e 9 dias (PARRA, 2011; BARDUCCI, 2013; PERDIGÃO et al., 2017). Porém um último estudo sobre a duração do período de adaptação demonstrou que com 14 dias os animais apresentaram melhores resultados, para assegurar que o rúmen esteja adaptados a nova dieta e garantir maior segurança nos resultados de desempenho (ESTEVAM, 2016). É importante ressaltar que todos os trabalhos citados foram realizados com dietas contendo monensina em sua composição.

5. CONCLUSÕES

A concentração de 2×10^{10} UFC/g de leveduras vivas pode ser recomendada sem alterar os parâmetros de desempenho, variação na ingestão de massa seca, perfil sanguíneo, comportamento ingestivo, seletividade da partícula e saúde ruminal de bovinos Nelore alimentados com alto teor de concentrado. Desta forma, a levedura pode ser utilizada como uma alternativa para mercados que exigem a não inclusão de aditivo ionóforos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, D. C.; GALYEAN, M. L.; KIESLING, H. E.; WALLACE, J. D.; FINKNER, M. D. Influence of viable yeast culture, sodium bicarbonate, and monensin on liquid dilution rate, rumen fermentation and feedlot performance of growing steers and digestibility in lambs. **Journal Animal Science**, Albany, v. 53, p. 780–789, 1981.
- ALBRIGHT, J. L. Nutrition and feeding calves: Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 76, n. 2, p. 485-498, 1993.
- ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 87, p. 3317-3334, 2009.
- AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed. Arlington: AOAC, 1990.
- APPER-BOSSARD, E.; PEYRAUD, J. L.; FAVERDIN, P. Changing dietary cation-anion difference for dairy cows fed with two contrasting levels of concentrate in diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 749-760, 2006.
- ATWOOD, S. B.; PROVENZA, F. D.; WIEDMEIER, R. D.; BANNER, R. E. Influence of free-choice vs. mixed-ration diets on food intake and performance of fattening calves. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 79, p. 3034–3040, 2001.
- AZEVÊDO, J. A. G. VALADARES FILHO, S. D. C.; PINA, D. S.; VALADARES, R. F. D.; DETMANN, E. Predição de consumo de matéria seca por bovinos de corte em confinamento. In: VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. (Org.). **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados**. 2. ed. Viçosa: Suprema Gráfica LTDA, v. 2, p. 1-11, 2010.
- BAKER, G. A.; GUILBERT, H. R. Non-randomness of variations in daily weights of cattle. **Journal Animal Science**. Albany v. 1, p. 293-299, 1942.
- BARDUCCI, R. S. **Protocolos e durações de adaptação às dietas com alta inclusão de concentrado para bovinos Nelore confinados**. 2013. 100f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, 2013
- BARKER, I.K.; VAN DREUMEL, A.A.; PALMER, N. The alimentary system. In: JUBB, K.V.F.; KENNEDY, P.C.; PALMER, N. (Eds). **Pathology of Domestic Animals**. 4. ed. San Diego: Academic, v.2, 1995.
- BEAUCHEMIN, K. A.; YANG, W. Z.; MORGAVI, D. P.; GHORBANI, G. R.; KAUTZ, W.; LEEDLE, J. A. Effects of bacterial direct-fed microbials and yeast on site and extent of digestion, blood chemistry, and subclinical ruminal acidosis in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, p. 1628- 1640, 2003.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 583 p, 2006.
- BEVANS, D. W.; BEAUCHEMIN, K. A.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; MCKINNON, J. J.; MCALLISTER, T. A. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **Journal Animal Science**, Albany, 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. **Australian Journal Agricultural Research**, Clayton, v. 26, p. 1053- 1062, 1975.

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

BROSSARD, L.; MARTIN, C.; MICHALET-DOREAU, B. Ruminant fermentative parameters and blood acido-basic balance changes during the onset and recovery of induced latent acidosis in sheep. **Animal Research**, Londres, v. 52, n. 6, p. 513-530, 2003.

BROWN, M. S.; KREHBIEL, C. R.; GALUEAN, M. L.; REMMENG, M. D.; PETERS, J. P.; HIBBARD, B.; ROBINSON, J.; MOSELEY, W. M. Evaluation of models of acute and subacute acidosis on dry matter intake, ruminal fermentation, blood chemistry, and endocrine profiles of beef steers. **Journal of animal science**, Albany, v. 78, n. 12, p. 3155-3168, 2000.

BROWN, M. S.; MILLEN, D. D. Protocolos para adaptar bovinos confinados a dietas de alto concentrado. In: Simpósio Internacional de Nutrição de Ruminantes, Botucatu, 2009. Recentes avanços na nutrição de bovinos confinados: **anais...** Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, p. 2-22, 2009.

BURGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C. de; SILVA, J. D.; VALADARES FILHO, S. D. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, p.236-242, 2000.

CARLSON, G. P. Fluid, electrolyte and acid-base balance. In: Kaneko, J. J. (Ed.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5th Ed. New York, NY: Academic Press. p. 485-516, 1997.

CARVALHO, S.; RODRIGO, M. T.; BRANCO, R. H.; RODRIGUES, C. A. F. 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, v. 35, n. 2, p. 562-568, 2006.

CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; WALKER, N. D.; BACH, A. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 145, n. 1, p. 5-26, 2008.

COOPER, R.; KLOPFENSTEIN, T. J.; STOCK, R.; PARROTT, C.; HEROLD, D. Effects of feed intake variation on acidosis and performance of finishing steers. **Nebraska Beef Cattle Reports**. Lincoln, v. 69 p. 71–75. 1998.

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

DANIEL, J. L. P.; RESENDE JÚNIOR, J. C.; CRUZ, F. J. Participação do ruminoretículo e omaso na superfície absorptiva total do proventrículo de bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 43, n. 5, 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**, Champaign, v. 90, n. 12, p. 4583-4592, 2015.

EDWARDS, I. E.; MUTSVANGWA, T.; TOPPS, J. H.; PATERSON, G. F. M. The effect of supplemental yeast culture (Yeasacc) on patterns of rumen fermentation and growth performance of intensively fed bulls. **Animal Production**, Melbourne, v. 50, p. 579, 1990.

ERASMUS, L. J.; COERTZE, R. F.; LEVITON, M. N.; CHEVAUX, E. A meta-analysis of the effect of monensin or live yeast or a combination thereof on performance of beef cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 87, p. 281, 2009.

ESTEVAM, D. D. **Períodos de adaptação de bovinos Nelore confinados a dietas de alto teor de concentrado**. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista - Unesp, Botucatu, 2016.

FALLON, R.J.; HARTE, F.J. The effect of yeast culture inclusion in the concentrate diet on calf performance. **Journal Dairy Science**, New York, v. 70, n. Suppl 1, p. 143, 1987.

FAVERDIN, P.; BAREILLE, N. Lipostatic regulation of feed intake in ruminants. In: HEIDE, D. et al. (Eds.). **Regulation of feed intake**, Wallingford: CAB International, 1999. p. 82- 102.

FERREIRA, F. A. **Efeito do processamento do concentrado sobre a seleção de dieta por bovinos**. 2003. 109 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

FERREIRA, L. H.; SIQUEIRA, G. R.; POLETO, C. L.; RESENDE, F. D.; FARIA, M. H.; ROTH, M. T. P.; MIGUEL, F. B. Terminação de bovinos de corte em confinamento com dietas contendo leveduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46. 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009.

GÁLFI, P.; GABEL, G.; MARTENS, H. Influence of intracellular matrix components on the growth and differentiation of ruminal epithelial cells in primary culture. **Research Veterinary Scienc**, v.54, p.102-109, 1993.

GALYEAN, M. L.; MALCOM, K. J.; GARCIA, D. R.; POLSIPHER, G. D. Effects of varying the pattern of feed consumption on performance by programmed-fed steers. **Clayton Livestock Reserch Progress Report**, Clayton, n. 78. 1992.

GATTASS. C. B. A.; MORAIS, M. G.; ABREU, U. G. P.; FRANCO, G. L.; STEIN, J.; LEMPP, B. Efeito da suplementação com cultura de levedura na fermentação ruminal de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 711-716, 2008.

GOMES, R. C.; LEME, P. R.; SILVA, S. L.; ANTUNES, M. T.; GUEDES, C. F. Carcass quality of feedlot finished steers fed yeast, monensin, and the association of both additives. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 3, p. 648-654, 2009.

HASSAN, S. M.; NEWBOLD, C. J.; EDWARDS, I. E.; TOPPS, J. H.; WALLACE, R. J. Effect of yeast culture on rumen fermentation, microbial protein flow from the rumen and live-weight gain in bulls given high cereal diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 62, n. 2, p. 43-48, 1996.

HEINRICH, 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.

HILLMAN, K.; LLOYD, D.; WILLIAMS, A. G.: Use of a portable quadrupole mass spectrometer for the measurement of dissolved gas concentrations in ovine rumen liquor in situ. **Current Microbiology**, Suiça, v. 12, n. 6, p. 335-340, 1985.

HUGHES, J. The effect of a high strength yeast culture in the diet of early weaned calves. **Animal Production**, Melbourne, v. 46, p. 526, 1988.

HUTCHINSON, D. P.; COLE, N. A.; KEATON, W.; GRAHAM, G.; DUNLAP, R.; PITMAN, K. The use of living, nonfreeze-dried *Lactobacillus acidophilus* culture for receiving feedlot calves. **Proceedings Western Section of the American Society of Animal Science**, Colorado, v. 31, p. 213, 1992.

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.

KUSS, F.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; SANTOS, A. P. dos; MENEZES, L. F. G. de; OSMARI, M. P. Desempenho de vacas de descarte recebendo dietas com ou sem monensina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 173-177, 2008.

KYRIAZAKIS, I.; TOLKAMP, B. J.; EMMANS, G. Diet selection and animal state: an integrative framework. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 58, n. 04, p. 765-772, 1999.

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, p. 297-324, 2007.

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.

LILA, Z. A.; MOHAMMED, N.; YASUI, T.; KUROKAWA, Y.; KANDA, S.; ITABASHI, H. Effects of a twin strain of live cells on mixed ruminal microorganism fermentation in vitro. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 82, n. 6, p. 1847-1854, 2004.

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

MARIANI, T. M. **Suplementação de anticorpos policlonais ou monensina sódica sobre o comportamento ingestivo e desempenho de bovinos Brangus e Nelore confinados**. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal - FMVZ, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Unesp, Botucatu, 2010.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G. C. Jr. et al. (Eds.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy. p. 450-492, 1994.

MILLEN, D. D. **Anticorpos policlonais e monensina sódica na alimentação de bovinos jovens confinados com dietas de alto concentrado**. Tese (Doutorado). Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2010. 171 p.

MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal Animal Science**, Albany, v.87, p.3427-3439, 2009.

MIR, Z.; MIR, P. S. Effect of the addition of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth and carcass quality of steers fed high-forage or high-grain diets and on feed digestibility and in situ degradability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 3, p. 537-545, 1994.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIREZ, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Editora Funep, p. 565-599, 2011.

MUTSVANGWA, T.; EDWARDS, I. E.; TOPPS, J. H.; PATERSON, G. F. M. The effect of dietary inclusion of yeast culture (Yea-Sacc) on patterns of rumen fermentation, food intake and growth of intensively fed bulls. **Animal Production**, Melbourne, v. 55, n. 01, p. 35-40, 1992.

NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS - NCCLS. **Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of yeasts**: approved standard-second edition. Wayne: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2002. Document M 27-A2.

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

NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J.; CHEN, X. B.; McINTOSH, F. M. Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in sheep. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, n. 6, p. 1811-1818, 1995.

NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J.; McINTOSH, F. M. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 76, n. 2, p. 249-261, 1996.

OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 197, p. 64-75, 2014.

PARRA, F. S. Protocolos de adaptação à dietas com alta inclusão de Concentrado para bovinos Nelore confinados. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp, Botucatu, 2011.

PERDIGÃO, A.; MILLEN, D. D.; BRICHI, A. L. C.; VICARI, D. V. F.; FRANZÓI, M. C. S.; BARDUCCI, R. S.; MARTINS, C. L.; ESTEVAM, D. D.; CESAR, M. T.; ARRIGONI, M. D. B. Effects of restricted vs. step up dietary adaptation for 6 or 9 days on feedlot performance, feeding behaviour, ruminal and blood variables of Nelore cattle. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Japão, p.1-11, 2017.

PEREIRA, I. C. **Estudo meta-analítico da flutuação de ingestão de massa seca no desempenho, comportamento ingestivo e saúde ruminal de bovinos confinados com dietas de alto concentrado**. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Unesp, Botucatu, 2016.

RADOSTITS, O. M.; BLOOD, D. C.; GAY, C. C. **Veterinary medicine**. 8. ed. Londres: Billière Tindall, London, UK. 1995.

RESENDE JÚNIOR, J. C.; ALONSO, L. S.; PEREIRA, M. N. et al. 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, n. 4, p. 526-536, 2006.

RIGUEIRO, A. L. N. **Protocolos para uso combinado de monensina sódica e virginiamicina em dietas de bovinos Nelore confinados**. 2016. 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, 2016.

RONCHESEL, J. R. **Comportamento ingestivo de bovinos nelore confinados com diferentes protocolos de adaptação à dieta de alto concentrado**. 2012. 59f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, 2012.

ROSE, A. H. Yeast, a microorganism for all species: a theoretical look at its mode of action. In: LYONS, T. P. (Ed.). **Biotechnology in the feed industry**. Nicholasville: Alltech Technical Publications, p. 113-118, 1987.

ROSS, J. G.; SPEARS, J. W.; GARLICH, J. D. Dietary electrolyte balance effects on performance and metabolic characteristics in growing steers. **Journal of animal science**, Albany, v. 72, n. 7, p. 1842-1848, 1994.

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

SAS. 2003. **SAS User's Guide: Statistics**. Release 9.1. Cary, NC.

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

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; MOYA, D. Relationship between feeding behaviour, ruminal pH, performance and welfare in feedlot cattle. In: V Simposio internacional de nutrição de ruminantes - Perspectivas de interação econômico-ambiental na produção intensiva de carne. Botucatu, **Anais...** Botucatu, SP: Nutrir, p. 70-89, 2015.

STOCK, R.; KLOPFENSTEIN, T.; BRINK, D.; LOWRY, S.; ROCK, D.; ABRAMS, S. Impact of weighing procedures and variation in protein degradation rate on measured performance of growing lambs and cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.57, p.1276, 1983.

VAIR, C.; WARD, G.M.; FRANDSON, R.D. et al. Influence of sodium salts of volatile fatty acids on rumen development in the young calf. **Journal Dairy Scienc**i, New York, v.43, p.890, 1960.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, p. 476, 1994.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON J. B.; LEWIS B. A. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Scienc**i, New York, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VARGAS, L. H.; LANA, R. D. P.; MÂNCIO, A. B.; CAMPOS, J. M. D. S.; JHAM, G. N.; FREITAS, A. W. D. P. Influência de Rumensin®, óleo de soja e níveis de concentrado sobre o consumo e os parâmetros fermentativos ruminais em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1650-1658, 2001.

WALDO, D. R.; JORGENSEN, N. A. Forages for high animal production: nutritional factors and effects of conservation. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 64, n. 6, p. 1207-1229, 1981.

WALLACE, R. J. Ruminal microbiology, biotechnology and ruminant nutrition: progress and problems. **Journal Animal Science**, Champaign, v.72, p.2992-3003, 1994.

WALLACE, R. J.; NEWBOLD, C. J. Probiotics for ruminants. In: FULLER, R. (Ed.). **Probiotics, the scientific basis**. Londres. Chapman and Hall, p. 317-353, 1992.

WILLIAMS, P. E. V. The mode of action of yeast culture in ruminant diets: a review of the effect on rumen fermentation patterns. In: **Biotechnology in the Feed Industry** (Ed.: Lyons, T.P.). Nicholasville: Alltech Technical Publications, Kentucky, 65-84, 1989.

WILLIAMS, P. E.; TAIT, C. A.; INNES, G. M.; NEWBOLD, C. J. Effects of the inclusion of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. **Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 69, p. 3016-3026, 1991.

WOOD, K. M.; PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D.; KANAFANY-GUZMAN, R.; PENNER, G. B. The effect of monensin concentration on dry matter intake, ruminal fermentation, short-chain fatty acid absorption, total tract digestibility, and total gastrointestinal barrier function in beef heifers. **Journal of animal science**, Albany, v. 94, n. 6, p. 2471-2478, 2016.

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 3

IMPLICAÇÕES

O confinamento de bovinos se tornou uma alternativa viável para os pecuaristas que buscam encurtar o ciclo dos animais, com maior eficiência, além de ser uma estratégia em períodos de escassez de forragem. Desta forma, pesquisas vêm sendo desenvolvidas com foco em viabilidade econômica, sustentabilidade e segurança alimentar, preocupações crescentes por parte do mercado consumidor de carne bovina. Pequenos ajustes na dieta ou o fornecimento de poucos gramas de aditivos alimentares, como ionóforos ou leveduras, podem reduzir perdas energéticas em forma de gases, aumentar a eficiência de fermentação ruminal e reduzir problemas metabólicos, como a acidose.

Neste cenário, a monensina sódica se tornou o principal aditivo modulador de fermentação utilizado em confinamentos, com o intuito de preservar a saúde ruminal e melhorar o desempenho dos animais. Entretanto, países da União Europeia estão buscando eliminar o uso de antibióticos ionóforos, devido à preocupação com a existência de uma resistência microbiana por parte do consumidor final da carne. Apesar da não comprovação destes fatos, tornam-se necessários estudos para encontrar por aditivos alternativos que previnam distúrbios ruminais e melhorem o desempenho de bovinos confinados.

Sendo assim, o presente estudo objetivou comparar o desempenho e saúde ruminal de bovinos alimentados com monensina ou leveduras. Leveduras são fungos unicelulares, geralmente do gênero *Saccharomyces*, que não oferecem risco de resistência microbiana e, portanto, não restringem os mercados para exportação da carne. As leveduras proporcionam diversos benefícios ao ambiente ruminal, como aumento da digestibilidade de fibras e controle de pH ruminal.

Os resultados encontrados neste estudo demonstram que a monensina melhora o desempenho do animal, reduzindo os custos de produção, além de controlar a fermentação ruminal. Porém os resultados obtidos com o uso de leveduras, com uma quantidade maior de UFC/grama do que o proposto em pesquisas anteriores, permitem afirmar que o fornecimento de leveduras pode ser viável quando se objetiva exportar para mercados consumidores que tenham restrição ao uso de ionóforos.